



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO
RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS
PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO
RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS
PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL
EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. HERMAN PEDRO MARTÍNEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1684-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 14912 presentado por el (la) Bachiller: DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 12 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 15:00 p.m.
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



INVESTIGACIÓN NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



INVESTIGACIÓN NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Arelibe
Intervenido (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 582-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 7847 por el señor (a): **DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 627- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 122 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la **ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 122 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL**, correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la)**, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



INVESTIGACIÓN Y ASesoría
FAACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
DECANO
CIR. 47790



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
.....
Dr. Efraín Arriaga Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 141-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 29 de diciembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU-18197, presentado por el señor (a) DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN...

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO...

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales...

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar...

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos...

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el o (la) Bachiller: DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil...

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos...

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTON QUISPE HUANCA DECANO CIP. 47790



Dr. Efraín Parilla Sosa DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Archivo 2023 Interacción [x]



INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Konsorsium Perguruan Tinggi Swasta Indonesia Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70099914
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-0684-0692
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: San Miguel Latitud: S 15° 28' 43" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/sRv2M7R1wK3oJ4nL7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2023 - Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>
- Librería	



INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA Y SOCIAL
INFORMACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Dr. Efraín Espinoza Soto
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DARIEN VIDAL CESINARJO SUCASACA, identificado con DNI
Nro. 70099914, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE
PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 10 de enero del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, quienes con su amor, apoyo incondicional y confianza han sido mi mayor fortaleza durante este arduo camino. A mi padre (Santos) y mi madre (Elisa), por sus sacrificios y enseñanzas, que siempre me han inspirado a dar lo mejor de mí, este logro también es suyo. A Mi amada novia (Marycruz) por su apoyo constante y fe inquebrantable en mí me han dado la fuerza para superar cada desafío. Y a mis amigos, por creer en mí y acompañarme en cada paso de esta etapa.



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por darme la fuerza y la sabiduría necesarias para culminar este gran paso en mi vida. A mis padres y hermanos, por su inagotable paciencia y apoyo emocional durante este proceso. A mis docentes, por su guía y conocimiento compartido, que fueron esenciales para alcanzar este objetivo. Finalmente, a mis compañeros y amigos, quienes con su apoyo y motivación hicieron este viaje más llevadero. A todos ustedes, mi eterna gratitud.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN.....	xxi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas Específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación Técnica.....	4
1.4.2 Justificación Económica.....	4
1.4.3 Justificación Social.....	5
1.4.4 Justificación Ambiental.....	5
1.5 Hipótesis de la investigación.....	6
1.5.1 Hipótesis General.....	6
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	6
1.6 Variables e indicadores.....	6
1.6.1 Variable Independiente.....	6
1.6.2 Variable Dependiente	7
1.7 Operacionalización de variables	7



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 8

 2.1.1 Antecedentes Internacionales. 8

 2.1.2 Antecedentes Nacionales. 11

 2.1.3 Antecedentes Locales..... 13

2.2 Bases teóricas 15

 2.2.1 Concreto. 15

 2.2.1.1 Fundamentos para el concreto 16

 2.2.2 Componentes del concreto..... 17

 2.2.2.1 Cemento..... 17

 2.2.2.2 Agregado..... 18

 2.2.2.3 Agua..... 19

 2.2.2.4 Aire..... 19

 2.2.3 Los agregados 19

 2.2.3.1 Clasificación De Los Agregados 20

 2.2.3.2 Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados 21

 2.2.3.3 Funciones de los Agregados en el Concreto 22

 2.2.3.4 Normas y Control de Calidad de los Agregados..... 23

 2.2.4 Grafito en polvo..... 24

 2.2.4.1 Origen del grafito en polvo 25

 2.2.4.2 Propiedades físicas del grafito en polvo 26

 2.2.4.3 Propiedades mecánicas del grafito en polvo 27

 2.2.4.4 Aplicaciones en la construcción 28

 2.2.5 Fibra de acero..... 28

 2.2.5.1 Fibras de acero reciclado proveniente de neumáticos 28

 2.2.5.2 Origen de fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos 29

 2.2.5.3 Propiedades físicas de las fibras de acero reciclado de neumáticos 30

 2.2.5.4 Propiedades mecánicas de las fibras de acero reciclado proveniente de neumáticos 31

 2.2.5.5 Aplicaciones en el concreto 32

 2.2.5.6 Ventajas y desventajas 32

 2.2.5.7 Consideraciones Técnicas 34

 2.2.6 Funciones Del Agregado En El Concreto 34

 2.2.7 Propiedades Del Concreto En Estado Fresco O Plástico. 35

 2.2.8 Propiedades Del Concreto En Estado Endurecido..... 36

2.3 Marco Conceptual..... 38

 2.3.1 Concreto 38



2.3.2	Cemento	38
2.3.3	Agregados.....	38
2.3.4	Grafito en polvo.....	39
2.3.5	Fibra de acero.....	39
2.3.6	Resistencia a compresión.....	39
2.3.7	Resistencia a flexión	40

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación	41
3.2	Método de la investigación	42
3.3	Nivel y tipo de la investigación.....	42
3.3.1	Nivel de la Investigación	42
3.3.2	Tipo de la investigación	43
3.4	Población y muestra de la investigación.....	43
3.4.1	Población	43
3.4.2	Muestra	44
3.5	Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos.....	46
3.5.1	Técnicas de recolección de datos	46
3.5.2	Instrumentos de recolección de datos	46
3.6	Validación y confiabilidad del instrumento	47
3.6.1	Validación de los instrumentos	47
3.6.2	Confiabilidad de instrumentos	47
3.7	Procesamiento	48
3.7.1	Muestreo de agregados.....	48
3.7.2	Etapa de laboratorio.....	49
3.7.3	Preparación de Mezclas de Prueba.....	52
3.7.4	Prueba de Asentamiento	53
3.7.5	Prueba de Rotura a compresión de las briquetas	54
3.7.6	Prueba de Rotura a flexión de las briquetas	55
3.7.7	Etapa de Gabinete.....	56
3.8	Matriz de Consistencia.....	56



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados Obtenidos..... 57

4.1.1 Características Físicas del agregado de cantera 58

4.1.1.1 Pesos específicos y absorciones 58

4.1.1.2 Pesos Unitarios y Contenido de Humedad 58

4.1.1.3 Análisis granulométrico de Grava 59

4.1.1.4 Análisis granulométrico de Arena 60

4.1.2 Características Mecánicas del Agregado de la Cantera Unocolla 61

4.2 Proporción de materiales según diseño de mezclas 62

4.2.1 Diseño de mezclas de concreto patrón 62

4.2.2 Diseño de mezclas del concreto patrón + 0.5% de grafito en polvo 62

4.2.3 Diseño de mezclas del concreto patrón + 1.0% de grafito en polvo 63

4.2.4 Diseño de mezclas del concreto patrón + 2.0% de grafito en polvo 63

4.2.5 Diseño de mezclas del concreto patrón + 1.0% de fibra de acero reciclado 64

4.2.6 Diseño de mezclas del concreto patrón + 2.5% de fibra de acero reciclado 64

4.2.7 Diseño de mezclas del concreto patrón + 5% de fibra de acero reciclado 65

4.3 Asentamiento del Concreto Convencional (Slump) 65

4.3.1 Asentamiento del concreto convencional 65

4.3.2 Asentamiento del concreto patrón + Grafito en Polvo 66

4.3.2.1 Asentamiento del concreto patrón + 0.5% de Grafito en Polvo 66

4.3.2.2 Consistencia del concreto patrón + 1.0% de Grafito en Polvo 67

4.3.2.3 Consistencia del concreto patrón + 2.0% de Grafito en Polvo 68

4.3.3 Asentamiento del concreto patrón + Fibra de Acero Reciclado 69

4.3.3.1 Consistencia del concreto patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado 69

4.3.3.2 Consistencia del concreto patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado 70

4.3.3.3 Consistencia del concreto patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado 71

4.4 Resistencia a la compresión del concreto convencional 72

4.4.1 Resistencia a compresión del concreto patrón 72

4.4.2 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo 77

4.4.3 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo 81

4.4.4 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo 86

4.4.5 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado 90

4.4.6 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado 95

4.4.7 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de Fibras de Acero Reciclado 99

4.5 Resistencia a Flexión del concreto convencional 104

4.5.1 Resistencia a flexión del concreto patrón 104



4.5.1.1	Resistencia a Flexión del CP – 7 días	104
4.5.1.2	Resistencia a Flexión del CP– 14 días	105
4.5.1.3	Resistencia a Flexión del CP – 28 días	106
4.5.2	Resistencia a Flexión del CP + Grafito en Polvo	107
4.5.2.1	Resistencia a flexión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo	107
4.5.2.2	Resistencia a Flexión del Concreto + 0.5% de grafito en polvo 14 Días	108
4.5.2.3	Resistencia a Flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo a 28 Días	109
4.5.2.4	Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de Grafito en Polvo a 7 Días	110
4.5.2.5	Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo a 14 Días	111
4.5.2.6	Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo a 28 Días	112
4.5.2.7	Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo a 7 Días	113
4.5.2.8	Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo a 14 Días	114
4.5.2.9	Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo a 28 Días	115
4.5.3	Resistencia a Flexión del CP + Fibra de Acero reciclado	116
4.5.3.1	Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado	116
4.5.3.2	Esfuerzo a Flexión CP + 1.0% fibra de acero reciclado a 14 Días	117
4.5.3.3	Esfuerzo a Flexión CP + 1.0% de fibra de acero reciclado a 28 Días	118
4.5.3.4	Esfuerzo a Flexión CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado a 7 Días	119
4.5.3.5	Esfuerzo a Flexión CP + 2.5% de fibra de acero reciclado a 14 Días	120
4.5.3.6	Esfuerzo a Flexión CP + 2.5% de fibra de acero reciclado a 28 Días	121
4.5.3.7	Esfuerzo a Flexión CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado a 7 Días	122
4.5.3.8	Esfuerzo a Flexión CP + 5.0% de fibra de acero reciclado a 14 Días	123
4.5.3.9	Esfuerzo a Flexión CP + 5.0% de fibra de acero reciclado a 28 Días	124
4.6	Resumen de pruebas realizadas	125
4.6.1	Asentamiento del concreto con la adición de Grafito en Polvo	125
4.6.2	Asentamiento del concreto con la adición de Fibra de Acero Reciclado	126
4.6.3	Asentamiento del concreto con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	127
4.6.4	Comparativos de resistencia a compresión	128
4.6.4.1	Resistencia a compresión con aguas grafito en polvo al día 7	128
4.6.4.2	Resistencia a compresión con grafito en polvo al día 14	129
4.6.4.3	Resistencia a compresión con grafito en polvo al día 28	131
4.6.4.4	Resistencia a compresión con fibras de acero reciclado en el día 7	132
4.6.4.5	Resistencia a compresión con fibra de fzero reciclado en el día 14	134
4.6.4.6	Resistencia a compresión con fibra de acero reciclado en el día 28	135
4.6.4.7	Comparativo de resistencia a compresión con Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en el día 7	137
4.6.4.8	Comparativo de resistencia a compresión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 14	138
4.6.4.9	Comparativo de resistencia a compresión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 28	139



4.6.4.10	Resumen comparativo de resistencia a compresión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado lavandería	140
4.6.5	Comparativos de resistencia a flexión	143
4.6.5.1	Resistencia a flexión con grafito en polvo en el día 7	143
4.6.5.2	Resistencia a flexión con grafito en polvo en el día 14	144
4.6.5.3	Resistencia a flexión con grafito en polvo en el día 28	145
4.6.5.4	Resistencia a flexión con fibra de acero reciclado en el día 7	146
4.6.5.5	Resistencia a flexión con fibra de acero reciclado en el día 14	147
4.6.5.6	Resistencia a flexión con fibra de acero reciclado en el día 28	148
4.6.5.7	Comparativo de resistencia a flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 7	149
4.6.5.8	Comparativo de resistencia a flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 14	150
4.6.5.9	Comparativo de resistencia a flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 28	151
4.6.5.10	Resistencia a la flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	152
4.7	Discusión de resultados	154
CONCLUSIONES		157
RECOMENDACIONES		158
REFERENCIAS		159
ANEXOS		165



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables	7
Tabla 2 Muestras para el ensayo de asentamiento.....	45
Tabla 3 Muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.....	45
Tabla 4 Muestras para el ensayo de resistencia a flexión.....	46
Tabla 5 Propiedades físicas de las gravas y arenas.....	51
Tabla 6 Valor porcentual de resistencia al desgaste de AGN y AGR (CNR).....	52
Tabla 7 Cantidades de componentes para un esfuerzo de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	52
Tabla 8 Peso específicos y absorciones de agregados de cantera Unocolla.....	58
Tabla 9 Pesos específicos y absorciones de agregados de cantera Unocolla.	58
Tabla 10 Análisis granulométrico de agregados gruesos.....	59
Tabla 11 Análisis de gradación de los agregados finos de cantera Unocolla.....	60
Tabla 12 Resistencia al desgaste de agregados de cantera Unocolla	61
Tabla 13 Proporción de componentes para concretos de orden.....	62
Tabla 14 Cantidad de material con adición de 0.5% de grafito en polvo	62
Tabla 15 Cantidad de material con adición de 1.0% de grafito en polvo	63
Tabla 16 Cantidad de material con adición de 2.0% de grafito en polvo	63
Tabla 17 Cantidad de material con adición de 1.0% de fibra de acero reciclado	64
Tabla 18 Cantidad de material con adición de 2.5% de fibra de acero reciclado	64
Tabla 19 Cantidad de material con adición de 5% de fibra de acero reciclado	65
Tabla 20 Asentamientos de la mezcla de concreto convencional	65
Tabla 21 Asentamiento del concreto con 0.5% de Grafito en Polvo.....	66
Tabla 22 Asentamiento del concreto con 1.0% de Grafito en Polvo.....	67
Tabla 23 Asentamiento del concreto con 2.0% de Grafito en Polvo.....	68
Tabla 24 Asentamiento del concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado	69
Tabla 25 Asentamiento del concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado	70



Tabla 26 Asentamiento del concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado	71
Tabla 27 Resistencia a la compresión del CP, a los 7 días.....	72
Tabla 28 Resistencia a la compresión del CP, a los 14 días.....	74
Tabla 29 Resistencia a la compresión del CP, a los 28 días.....	75
Tabla 30 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7.....	77
Tabla 31 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14.....	78
Tabla 32 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28.....	80
Tabla 33 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7.....	81
Tabla 34 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14.....	83
Tabla 35 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28.....	84
Tabla 36 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7.....	86
Tabla 37 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14.....	87
Tabla 38 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28.....	89
Tabla 39 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7	90
Tabla 40 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14	92
Tabla 41 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28	93
Tabla 42 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7	95
Tabla 43 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14	96
Tabla 44 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28	98
Tabla 45 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7	99



Tabla 46 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14	101
.....	101
Tabla 47 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28	102
.....	102
Tabla 48 Esfuerzos a flexión del CP al día – 7	104
Tabla 49 Esfuerzos a flexión del CP al día – 14	105
Tabla 50 Esfuerzos a flexión del CP al día – 28	106
Tabla 51 Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7	107
Tabla 52 Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14	108
Tabla 53 Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28	109
Tabla 54 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7	110
Tabla 55 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14	111
Tabla 56 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28	112
Tabla 57 Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7	113
Tabla 58 Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14	114
Tabla 59 Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28	115
Tabla 60 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7	116
Tabla 61 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14	117
Tabla 62 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28	118
Tabla 63 Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7	119
Tabla 64 Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14	120
Tabla 65 Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28	121
Tabla 66 Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7	122
Tabla 67 Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14	123
Tabla 68 Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28	124
Tabla 69 Comparativos de las consistencias logradas	125
Tabla 70 Comparativos de las consistencias logradas	126
Tabla 71 Asentamiento del concreto con Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado	127



Tabla 72 Esfuerzo a compresión al día 7.....	128
Tabla 73 Esfuerzo a compresión al día 14.....	129
Tabla 74 Esfuerzo a compresión al día 28.....	131
Tabla 75 Esfuerzo a compresión al día 7.....	132
Tabla 76 Esfuerzo a compresión al día 14.....	134
Tabla 77 Esfuerzo a compresión al día 28.....	135
Tabla 78 Rotura a compresión al día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	137
Tabla 79 Rotura a compresión al día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	138
Tabla 80 Rotura a compresión al día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	139
Tabla 81 Rotura a compresión del CP con grafito en polvo y fibra de acero reciclado..	140
Tabla 82 Rotura a compresión del CP con grafito en polvo y fibra de acero reciclado..	140
Tabla 83 Porcentaje de Rotura a compresión del Concreto con GP y FAR	141
Tabla 84 Porcentaje de Rotura a compresión del Concreto.....	141
Tabla 85 Variación de Resistencia en porcentajes	142
Tabla 86 Porcentaje de Rotura a compresión del Concreto con GP y FAR	142
Tabla 87 Rotura a flexión al día 7, con grafito en polvo	143
Tabla 88 Rotura a flexión al día 14, con grafito en polvo	144
Tabla 89 Rotura a flexión al día 28, con grafito en polvo	145
Tabla 90 Rotura a flexión al día 7, con fibra de acero reciclado.....	146
Tabla 91 Rotura a flexión al día 14, con fibra de acero reciclado.....	147
Tabla 92 Rotura a flexión al día 28, con fibra de acero reciclado.....	148
Tabla 93 Resistencia a flexión en el día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	149
Tabla 94 Resistencia a flexión en el día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	150



Tabla 95 Resistencia a flexión en el día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado	151
Tabla 96 Cuadro resumen de resistencias alcanzadas con fibra de acero y fibra de acero reciclado	152



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Grafito en Polvo	25
Figura 2 Fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos	29
Figura 3 Materiales para la elaboración del concreto	48
Figura 4 Tamizado de los agregados	50
Figura 5 Prueba de asentamiento de concretos frescos.....	53
Figura 6 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto	54
Figura 7 Ensayo de resistencia a la flexión del concreto	55
Figura 8 Análisis granulométrico de agregados gruesos	59
Figura 9 Curva de gradación de las arenas.....	60
Figura 10 Desgaste del agregado natural de cantera Unocolla	61
Figura 11 Asentamiento de la mezcla del concreto convencional.....	66
Figura 12 Consistencia del concreto con 0.5% de Grafito en Polvo	67
Figura 13 Consistencia del concreto con 1.0% de grafito en polvo.....	68
Figura 14 Consistencia del concreto con 2.0% de grafito en polvo.....	69
Figura 15 Consistencia del concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado	70
Figura 16 Consistencia del concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado	71
Figura 17 Consistencia del concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado	72
Figura 18 Resistencia a la compresión del CP, a los 7 días	73
Figura 19 Porcentaje de Resistencia a la compresión del CP, a los 7 días.	73
Figura 20 Resistencia a la compresión del CP, a los 14 días	74
Figura 21 Porcentaje de Resistencia a la compresión del CP, a los 14 días	75
Figura 22 Resistencia a la compresión del CP, a los 28 días	76
Figura 23 Porcentaje de Resistencia a la compresión del CP, a los 28 días	76
Figura 24 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo al día – 7	77



Figura 25 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7	78
Figura 26 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14	79
Figura 27 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14	79
Figura 28 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28	80
Figura 29 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28	81
Figura 30 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7	82
Figura 31 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7	82
Figura 32 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14	83
Figura 33 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14	84
Figura 34 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28	85
Figura 35 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28	85
Figura 36 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7	86
Figura 37 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7	87
Figura 38 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14	88
Figura 39 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14	88
Figura 40 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28	89
Figura 41 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28	90
Figura 42 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7	91



Figura 43 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de FAR al día – 7 ... 91

Figura 44 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14
..... 92

Figura 45 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de FAR al día – 14 . 93

Figura 46 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28
..... 94

Figura 47 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de FAR al día – 28 . 94

Figura 48 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7
..... 95

Figura 49 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.5% de FAR al día – 7 ... 96

Figura 50 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14
..... 97

Figura 51 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.5% de FAR al día – 14 . 97

Figura 52 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28
..... 98

Figura 53 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.5% de FAR al día – 28 . 99

Figura 54 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7
..... 100

Figura 55 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 5.0% de FAR al día – 7 . 100

Figura 56 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14
..... 101

Figura 57 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 5.0% de FAR al día – 14 102

Figura 58 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28
..... 103

Figura 59 Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 5.0% de FAR al día – 28 103

Figura 60 Esfuerzos a flexión del CP al día – 7..... 104

Figura 61 Esfuerzos a flexión del CP al día – 14..... 105

Figura 62 Esfuerzos a flexión del CP al día – 28..... 106



Figura 63 Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7..... 107

Figura 64 Esfuerzo a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14..... 108

Figura 65 Esfuerzo a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28..... 109

Figura 66 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7..... 110

Figura 67 Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14..... 111

Figura 68 Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28..... 112

Figura 69 Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7..... 113

Figura 70 Esfuerzo a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14..... 114

Figura 71 Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28..... 115

Figura 72 Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7 116

Figura 73 Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14.... 117

Figura 74 Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28.... 118

Figura 75 Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7 119

Figura 76 Esfuerzo a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14 120

Figura 77 Esfuerzo a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28 121

Figura 78 Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7 122

Figura 79 Esfuerzo a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14.... 123

Figura 80 Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28 .. 124

Figura 81 Resumen del Asentamiento del concreto convencional..... 125

Figura 82 Resumen del Asentamiento del concreto convencional..... 126

Figura 83 Asentamiento del concreto con grafito en polvo y fibra de acero reciclado... 127

Figura 84 Esfuerzo a compresión al día 7 128

Figura 85 Variación en porcentaje de la resistencia con grafito en polvo en el día 7 129

Figura 86 Esfuerzo a compresión al día 14 130

Figura 87 Variación en porcentaje de la resistencia con grafito en polvo en el día 14 .. 130

Figura 88 Esfuerzo a compresión al día 28 131

Figura 89 Variación en porcentaje de la resistencia con grafito en polvo en el día 28.. 132

Figura 90 Esfuerzo a compresión al día 7. 133



Figura 91 Variación en porcentaje de la resistencia con fibra de acero reciclado en el día 7 133

Figura 92 Esfuerzo a compresión al día 14 134

Figura 93 Variación en porcentaje de la resistencia con fibra de acero reciclado en el día 14 135

Figura 94 Esfuerzo a compresión al día 28 136

Figura 95 Variación en porcentaje de la resistencia con Fibra de Acero Reciclado en el día 28 136

Figura 96 Rotura a compresión al día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado 137

Figura 97 Rotura a compresión al día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado 138

Figura 98 Rotura a compresión al día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado 139

Figura 99 Rotura a flexión al día 7, con grafito en polvo..... 143

Figura 100 Rotura a flexión al día 14, con grafito en polvo..... 144

Figura 101 Rotura a flexión al día 28, con grafito en polvo..... 145

Figura 102 Rotura a flexión al día 7, con aguas servidas de lavandería..... 146

Figura 103 Rotura a flexión al día 14, con fibra de acero reciclado 147

Figura 104 Rotura a flexión al día 28, con fibra de acero reciclado 148

Figura 105 Resistencia a flexión en el día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado 149

Figura 106 Resistencia a flexión en el día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado 150

Figura 107 Resistencia a flexión en el día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado 151

Figura 108 Resumen de resistencias alcanzadas con fibra de acero y fibra de acero reciclado 153



RESUMEN

La presente investigación titulado "Influencia Del Grafito En Polvo Y Fibra De Acero Reciclado Proveniente De Neumáticos En Las Propiedades Del Concreto Convencional", tiene como objetivo evaluar la influencia de la adición de grafito en polvo y fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel. La investigación se centra en tres variables fundamentales: el asentamiento (*slump*), la resistencia a compresión y la resistencia a flexión del concreto. Se desarrolló un diseño experimental completamente al azar, donde se prepararon mezclas de concreto con variadas dosificaciones de grafito (0.5%, 1.0% y 2.0%) y fibra de acero reciclado (1.0%, 2.5% y 5.0%). Los resultados indicaron que el asentamiento disminuyó significativamente con el aumento de los aditivos. Para el grafito, el *slump* pasó de 3.6" en la muestra patrón a 2.6" con 2.0% de adición, mientras que con fibra de acero reciclado alcanzó un mínimo de 2.3" con 5.0%, reflejando una reducción de la trabajabilidad. En cuanto a la resistencia a compresión, se observó un incremento máximo del 111.36% con 1.0% de grafito y del 112.56% con 2.5% de fibra a los 28 días. Respecto a la resistencia a flexión, se alcanzaron valores máximos de 59.37 kg/cm² con 2.0% de grafito y 60.34 kg/cm² con 2.5% de fibra, mostrando una mejora significativa frente a la mezcla patrón de 51.29 kg/cm². Se concluye que la incorporación de grafito en polvo y fibra de acero reciclado mejora las propiedades mecánicas del concreto convencional, siendo más efectivas las dosificaciones de 1.0% de grafito y 2.5% de fibra. Sin embargo, estos aditivos afectan negativamente la trabajabilidad. Este estudio promueve el uso de materiales reciclados en el concreto, contribuyendo a la sostenibilidad y a la mejora de las prácticas constructivas en el distrito de San Miguel.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, Resistencia a flexión, agregados finos y gruesos, grafito en polvo y acero reciclado.



ABSTRACT

The present investigation entitled "Influence of graphite powder and recycled steel fiber from tires on the properties of conventional concrete", aims to evaluate the influence of the addition of graphite powder and recycled steel fiber from tires on the properties of conventional concrete in the district of San Miguel. The research focuses on three fundamental variables: slump, compressive strength and flexural strength of concrete. A completely randomized experimental design was developed, where concrete mixtures were prepared with different dosages of graphite (0.5%, 1.0% and 2.0%) and recycled steel fiber (1.0%, 2.5% and 5.0%). The results indicated that the settlement decreased significantly with the increase in additives. For graphite, the slump went from 3.6" in the standard sample to 2.6" with 2.0% addition, while with recycled steel fiber it reached a minimum of 2.3" with 5.0%, reflecting a reduction in workability. Regarding compressive strength, a maximum increase of 111.36% was observed with 1.0% graphite and 112.56% with 2.5% fiber at 28 days. Regarding flexural strength, maximum values of 59.37 kg/cm² were reached with 2.0% graphite and 60.34 kg/cm² with 2.5% fiber, showing a significant improvement compared to the standard mix of 51.29 kg/cm². It is concluded that the incorporation of graphite powder and recycled steel fiber improves the mechanical properties of conventional concrete, with the dosages of 1.0% graphite and 112.56% being more effective. 1.0% graphite and 2.5% fiber. However, these additives negatively affect workability. This study promotes the use of recycled materials in concrete, contributing to sustainability and improved construction practices in the district of San Miguel.

Keywords: Compressive strength, Flexural strength, fine and coarse aggregates, graphite powder and recycled steel.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de materiales de construcción más eficientes y sostenibles representa un desafío crucial en el ámbito de la ingeniería civil. Entre los materiales más utilizados, el concreto convencional ha sido la base fundamental para la construcción de infraestructuras debido a su resistencia, versatilidad y accesibilidad. Sin embargo, presenta limitaciones en términos de durabilidad, resistencia a fuerzas específicas y sostenibilidad, lo que ha motivado la búsqueda de aditivos y componentes alternativos que mejoren sus propiedades. El grafito en polvo, debido a sus propiedades físicas y químicas, y la fibra de acero reciclada proveniente de neumáticos, reconocida por su alta resistencia y flexibilidad, han emergido como alternativas prometedoras en la modificación de mezclas de concreto. Estas adiciones no solo buscan optimizar las propiedades mecánicas del concreto, como su resistencia a la compresión y flexión, sino que también promueven prácticas sostenibles mediante el aprovechamiento de materiales reciclados, reduciendo el impacto ambiental asociado a los residuos industriales.

En este contexto, el distrito de San Miguel se presenta como un escenario idóneo para evaluar el desempeño de estas innovaciones en la construcción. La investigación busca determinar cómo la incorporación de grafito en polvo y fibra de acero reciclada puede influir en las propiedades clave del concreto convencional de una resistencia diseñada de 210 kg/cm². Entre los aspectos evaluados, destacan la consistencia de la mezcla, esencial para garantizar una adecuada trabajabilidad, y las resistencias a la compresión y flexión, que definen su capacidad para soportar cargas y esfuerzos en aplicaciones prácticas. El presente estudio no solo tiene el propósito de aportar conocimiento técnico sobre las mejoras en el concreto, sino que también busca fomentar el uso de materiales reciclados como una solución ambientalmente responsable y económicamente viable. De este modo,



se espera contribuir al desarrollo de técnicas constructivas más eficientes, sostenibles y adaptadas a las necesidades de las comunidades locales.

Capítulo I: Adoptamos un enfoque temático, teniendo en cuenta lo siguiente: el enunciado de la pregunta, tanto las preguntas generales como las particulares, sus causas relacionadas, los objetivos generales y específicos, y un cuadro en el que se esboza la operacionalización de las variables.

Capítulo II: En los párrafos siguientes se ofrece una visión general del marco conceptual. El marco teórico incorpora no sólo los antecedentes históricos que sustentan la presente investigación, sino también una teoría global que unifica todos los componentes teóricos necesarios para comprender el estudio. Además, proporciona un marco conceptual que ayuda a interpretar toda la investigación.

Capítulo III: Todas las personas mencionadas anteriormente son responsables de la creación del plan de estudio. En el contexto de la fabricación de hormigón, este plan establece las metodologías y procesos de investigación que se emplearán en el estudio de los aditivos, especialmente los que contienen polímeros superabsorbentes. El objetivo final es alcanzar las metas fijadas.

Capítulo IV: Los resultados y las conclusiones se presentan en esta parte, sigue al capítulo anterior «Análisis y discusión de los resultados», que trata de los resultados y su análisis. Puede encontrar ese capítulo en la parte que precede a ésta.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática.

A escala mundial, Entre los principales usuarios de materias primas y generadores de dióxido de carbono, el sector de la construcción ocupa un lugar destacado. La elaboración de cemento, componente esencial del concreto, contribuye significativamente a estas emisiones, lo que ha impulsado la búsqueda de materiales y técnicas que mejoren las propiedades del concreto y reduzcan su impacto ambiental. En este contexto, el uso de aditivos como el grafito en polvo ha demostrado ser favorable para el concreto. Alvarado Romero y Roque Ballarta (2020) concluyeron que la inclusión de grafito en polvo incrementa la resistencia a compresión y flexión del concreto, otorgándole mayor fluidez y resistencia.

(Alvarado & Roque, 2020).

Por otro lado, la gestión de residuos de neumáticos fuera de uso (NFU) representa un desafío ambiental significativo. Al añadirse de fibras de acero recicladas de llantas en el concreto no solo ofrece una solución sostenible al problema de los residuos, sino que también actúa favorablemente en las propiedades mecánicas. Muñoz (2018) demostró que



el uso de fibras de acero adquiridas del reciclaje de neumáticos mejora la resistencia y ductilidad del concreto, contribuyendo a una construcción más sostenible. (José, 2019).

En Perú, En el sector de la construcción se plantean problemas de resistencia y longevidad de las estructuras, especialmente en zonas con condiciones climáticas adversas. Investigaciones locales han explorado la adición de grafito en polvo al concreto, encontrando mejoras en sus propiedades físico-mecánicas. Jesús Tolentino y Villacrez Huamán (2022) señalaron que bajas concentraciones de grafito en polvo mejoran las propiedades mecánicas del concreto, aunque disminuyen su asentamiento y resistividad eléctrica (Villacrez, 2022).

Asimismo, el manejo de residuos de neumáticos es preocupante creciente en el país. La reutilización de fibras de acero recicladas de neumáticos en el concreto ha mostrado resultados prometedores. Concluyeron que al añadir estas fibras actúa favorablemente en las propiedades físico-mecánicas y reduce el fisuramiento por contracción plástica en losas, aportando una solución sostenible al problema de los residuos de neumáticos (Collanqui, 2023).

En el distrito de San Miguel, las construcciones locales enfrentan limitaciones en el acceso a materiales de alta calidad y están expuestas a condiciones climáticas variables que afectan la durabilidad de las estructuras. La implementación de innovaciones como la adición de grafito en polvo y fibras de acero recicladas podría actuar de manera favorable en la calidad del concreto utilizado en la región. Sin embargo, es necesario realizar estudios específicos que evalúen la viabilidad técnica y económica de estas adiciones en el contexto local, considerando las particularidades ambientales y las necesidades de la comunidad.

En resumen, la incorporación de grafito en polvo y fibras de acero recicladas de neumáticos en el concreto convencional ofrece una oportunidad para mejorar las propiedades mecánicas del material y contribuir a la sostenibilidad ambiental. No obstante, es fundamental realizar investigaciones que aborden las especificidades del contexto regional para garantizar la eficacia y aplicabilidad de estas innovaciones en la práctica constructiva local.



1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema General.*

¿Cuál es la influencia del grafito en polvo y fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos en las propiedades del concreto convencional en del distrito de San Miguel?

1.2.2 *Problemas Específicos.*

1. ¿Cómo influye la adición de grafito en polvo y fibra de acero reciclado en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?
2. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de Grafito en polvo y fibra de acero reciclado en la resistencia a compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?
3. ¿Cuál es efecto de la aplicación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la resistencia a flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo General*

Evaluar las propiedades de un concreto convencional con la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la ciudad de San Miguel.

1.3.2 *Objetivos Específicos.*

1. Determinar la influencia de la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.



2. Determinar el efecto de la incorporación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.
3. Determinar el efecto de la aplicación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación Técnica.

Gracias a su adaptabilidad y durabilidad, el concreto se considerado el material más preferido para proyectos de construcción en todo el mundo. Sin embargo, presenta limitaciones como la formación de fisuras y una resistencia mecánica insuficiente en ciertas condiciones. La adición de grafito en polvo y fibras de acero recicladas provenientes de neumáticos ofrece una solución técnica innovadora para mejorar estas propiedades. Estudios previos han demostrado que el grafito en polvo puede aumentar la resistencia a la compresión y flexión del concreto al actuar como un aditivo que mejora la cohesión de la mezcla (Alvarado Romero & Roque Ballarta, 2020). Por su parte, las fibras de acero recicladas incrementan la resistencia a la tracción, reducen el agrietamiento y mejoran el comportamiento postfisuración del concreto (Muñoz, 2019). Por ello, esta investigación busca validar su aplicación técnica en el contexto de proyectos de infraestructura en el distrito de San Miguel, asegurando el cumplimiento de estándares de calidad y durabilidad en las construcciones.

1.4.2 Justificación Económica.

Incorporar al concreto componentes reciclados, como fibras de acero procedentes de neumáticos, puede reducir sus costes de producción, lo que es bueno desde el punto de vista económico, ya que reutiliza un residuo industrial de bajo costo y abundante



disponibilidad. Además, el grafito en polvo, al ser un subproducto accesible, también representa una opción económicamente viable para mejorar las propiedades del concreto. Este enfoque puede beneficiar a los proyectos de infraestructura en el distrito de San Miguel al optimizar recursos y prolongar la vida útil de las estructuras, lo que reduce los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Así, se fomenta la sostenibilidad económica del sector de la construcción mediante la adopción de materiales alternativos que son accesibles y rentables.

1.4.3 Justificación Social.

El mejoramiento del concreto convencional con grafito en polvo y fibras de acero recicladas tiene un impacto positivo en las comunidades al proporcionar infraestructuras más duraderas y seguras. En el distrito de San Miguel, donde las condiciones climáticas y económicas pueden limitar la calidad de las construcciones, esta innovación podría garantizar una mayor resistencia y durabilidad de las obras, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Además, el uso de materiales reciclados fomenta la conciencia ambiental y social, promoviendo prácticas responsables que benefician a la comunidad y generan empleo en procesos de reciclaje y fabricación de estos aditivos.

1.4.4 Justificación Ambiental.

El sector de la construcción hace especial hincapié en la sostenibilidad medioambiental, y esta investigación aborda de manera directa el problema de la acumulación de residuos de neumáticos fuera de uso. La reutilización de fibras de acero extraídas de neumáticos contribuye a mitigar el impacto ambiental asociado a su desecho inadecuado, reduciendo la contaminación del suelo y el riesgo de incendios. Asimismo, el grafito en polvo, al ser un subproducto, permite un aprovechamiento eficiente de recursos que de otro modo serían desechados. En conjunto, estas soluciones no solo reducen la huella ecológica de los materiales de construcción, sino que también fomentan una economía circular que promueve el reciclaje y la reducción de desechos.



1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis General.

La adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado influye positivamente en las propiedades del concreto de diseño convencional en el distrito de San Miguel, mejorando su comportamiento en términos de asentamiento, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión en comparación con el concreto convencional.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

1. La fluencia de la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado mantendrá la consistencia de la mezcla de concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.
2. El efecto de la incorporación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado mejorará la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.
3. El efecto de la aplicación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado incrementará la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable Independiente.

Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado

Indicadores:

- ❖ Concreto convencional
- ❖ Concreto convencional con la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado

1.6.2 Variable Dependiente

Propiedades del concreto convencional

Indicadores:

- ❖ Consistencia
- ❖ Resistencia a compresión
- ❖ Resistencia a flexión

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado	Material obtenido de residuos cerámicos triturados, como azulejos y ladrillos, usado como agregado en concreto. Su uso reduce la extracción de materiales naturales y fomenta la sostenibilidad en construcción.	ANALISIS COMPARATIVO	Concreto convencional y Concreto convencional con la adición de grafito en polvo y fibra de acero reciclado	Balanza electrónica, formato de recolección de datos Balanza electrónica, formato de recolección de datos
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO CONVENCIONAL	Ambas características son intrínsecas a la unidad y se manifiestan en distintos tamaños. La resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión (mezcla en estado Endurecido) de los concretos.	•Resistencia a la compresión del concreto elaborado con la incorporación de grafito en polvo y fibra de acero reciclado como del agregado fino.	•Resistencia a la compresión del concreto elaborado con la incorporación de grafito en polvo y fibra de acero reciclado como del agregado fino.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Según Flores (2020) en la presente investigación que lleva por título "Evaluación en la corrosión y protección del acero de refuerzo embebidas de concreto en presencia de grafito y su instituto de investigación en ciencias básicas y aplicadas aplicadas efecto en las propiedades mecánicaselectroquímicas". Se investigó cómo la adición de grafito, un tipo alotrópico de carbono, al concreto armado afectaba a sus características electroquímicas y físicas. Con el fin de evaluar la resistencia a la compresión y a la corrosión del acero de refuerzo, se fabricaron cuatro clases distintas de concreto armado, utilizando 2,5%, 7,5% y 15% de grafito como remplazo parcial del cemento. Para el diseño de la mezcla, los materiales áridos finos y gruesos se sometieron a pruebas físicas. El concreto recién mezclado se sometió a una serie de pruebas físicas, entre ellas las de asentamiento, temperatura, masa unitaria y contenido de aire. La resistencia a la compresión ($f'c$) se midió a los 7, 14 y 28 días del curado de la muestra. Cada una de las cuatro categorías de diseños de concreto tiene su resistencia mecánica media a la compresión ($f'c$) indicada en los datos. Las pruebas experimentales de compresión



revelaron que la probeta 1 tiene 187 kg/cm², mientras que la resistencia a la compresión prevista del concreto estándar M1-0 era de 250 kg/cm². Tras 28 días de curado, superó el valor de diseño previsto con una resistencia media de 258 kg/cm². El segundo diseño, M2, que incluía 2,5% de polvo de grafito, ascendió a 235 kg/cm² y 248 kg/cm² tras siete días de curado. Su resistencia media durante el periodo de curado de 28 días fue de 271 kg/cm². Se observó una pequeña fluctuación en f'c en el curado inicial a los 7 días con valores de 200 kg/cm² y 190 kg/cm² para los diseños M3-7.5 y M4-15 con la adición de polvo de grafito; alcanzó su valor medio más alto a los 28 días con valores de 265 kg/cm² y 244 kg/cm². La resistencia f'c inicial a los 7 días se incrementa con el grafito %, y todas las probetas superan los valores teóricos de diseño. Después de 28 días de curado máximo, se demostró que el diseño M2-2.5 aumentó la resistencia a la compresión más que el diseño M3-7.5. Por último, los resultados demuestran que la resistencia mecánica de la pasta se ve afectada por la adición del 15% de grafito, con valores inferiores al diseño previsto. Este comportamiento está relacionado con varias cosas, entre ellas la fisuración o, en caso de una adición sustancial de polvo, el aumento de la absorción y un cambio en la hidratación del concreto. Se determinó que: El asentamiento disminuía cuando se aumentaba la cantidad de grafito en polvo en sustitución, sin embargo la inclusión de grafito aumentaba la absorción de agua para la elaboración de concreto, influyendo en la relación agua/cemento. Las muestras M2 y M3, que sustituyeron el 2,5% y el 7,5% del polvo de grafito en la pasta de concreto, respectivamente, disminuyeron la porosidad de la pasta, indicando una menor permeabilidad, con valores del 19,30% y el 20,80% en comparación con el valor de la muestra de control del 22,0%. Se observó una estructura más compacta y menos porosa, lo que indica que el cemento tenía mejor adherencia y cohesividad con el árido y las partículas de carbón, en comparación con la muestra de control. En comparación con la muestra de control, las muestras M2 (con 2,5% de polvo de grafito) y M3 (con 7,5% de polvo de grafito) presentaron valores de F'c de 271,5 kg/cm² y 266,8 kg/cm², respectivamente, tras 28 días de curado, lo que demuestra la mejora del

comportamiento mecánico de la matriz de concreto debido a la adición de partículas de polvo de grafito.

De acuerdo a Rojas & Peñeros (2022), en su tesis denominada "Comportamiento Del Concreto Simple Adicionado Con Fibras De Acero De Llantas Recicladas De Uso Automotriz" El objetivo general de este proyecto es realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre las propiedades mecánicas y físicas del concreto asfáltico reforzado con fibras de acero procedentes de neumáticos reciclados, así como del concreto simple. Este proyecto se basa en una investigación documental que utiliza cincuenta y ocho referencias bibliográficas. Los dos primeros capítulos tratan de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con y sin fibras de neumáticos reciclados añadidas, y cuentan con treinta y ocho de esas referencias. Los capítulos tercero y cuarto tratan de la aplicación de las fibras de neumático recicladas en pavimentos y edificios, y cuentan con veintiocho de esas referencias. Las resistencias a la compresión, flexión y tracción del concreto tradicional pueden aumentar hasta un 30% si se añaden fibras de acero. Los cambios mecánicos mencionados son significativos si se comparan con el concreto simple sin adición de fibras. En definitiva, los pavimentos rígidos pueden ver mejoradas sus cualidades mecánicas entre un 2% y un 20% en términos de flexión y compresión cuando se añaden fibras de acero procedentes de neumáticos reciclados en las cantidades adecuadas (0,5 y 2%).

Finalmente según Valencia & Quintana (2019), en su tesis "Análisis Comparativo Entre El Concreto Simple Y El Concreto Con Adición De Fibra De Acero Al 12% Y 14%" Para averiguar si se ha mejorado la capacidad de carga de compresión, este estudio comparó el rendimiento del concreto simple con el del concreto reforzado con un 12% y un 14% de fibras de acero. El concreto reforzado con fibras de acero, cuando se mezcla adecuadamente, es un material de construcción asequible y de alta calidad., verter, acabar, curar y cumplir estrictos protocolos de control de calidad. El mezclado puede ser aceptable mediante diferentes métodos, Sin embargo, como es crucial mantener las fibras bien distribuidas para evitar la segregación y la acumulación durante la mezcla, depende de las circunstancias de trabajo y de los recursos disponibles. Los cilindros reforzados con fibra

de acero demostraron una resistencia a la compresión significativamente mayor en comparación con sus homólogos sin fibra. La capacidad media de resistencia a la compresión de la mezcla de concreto sin adición fue de 4324 psi, mientras que la mezcla con la máxima adición tuvo una resistencia media de 24500 kg-f, es decir, un 13,65% más. Según los datos, la mezcla con mejor rendimiento a los 14 días era un 30% más resistente que la resistencia de diseño proyectada, un 38% más resistente a los 21 días y un 44% más resistente a los 28 días. Con un aumento de la cantidad de fibras en el concreto, se observaba que la trabajabilidad del mismo se reducía drásticamente. En general, las fibras de acero en el concreto lo hacen algo más dúctil y resistente a las presiones de compresión axial.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

De acuerdo a Alvarado & Roque (2020), en su tesis denominada "Uso de polvo de grafito como aditivo en el concreto f'c 210 kg/cm² a fin de mejorar las propiedades mecánicas del concreto." La principal motivación de esta investigación fue descubrir cómo influye el grafito en polvo en las cualidades mecánicas del hormigón. Añadimos grafito en polvo a una mezcla de hormigón normal al 2%, 2,5% y 3% en peso de cemento para evaluar las cualidades mecánicas de los cuatro diseños de mezcla diferentes. A 210 kg/cm², la mezcla mostró una excelente resistencia a la compresión. La adición de grafito en polvo a las mezclas mejoró su resistencia a la compresión y a la flexión, que era el objetivo específico de la investigación. La consistencia disminuye a medida que incrementa el contenido de grafito en polvo, lo que indica que una mayor concentración de grafito en la mezcla hace que el concreto sea más manejable. Lo mismo ocurre con la resistencia a la compresión: si se añade más polvo de grafito, el concreto es más resistente. El polvo de grafito añadido al 3% en peso de cemento al hormigón aumentó su resistencia a la compresión de 290 kg/cm² a 302 kg/cm² al concluir el ensayo de 28 días. Además, descubrimos que una mayor cantidad de polvo de grafito se traduce en una mayor resistencia a la flexión de las vigas evaluadas. Se alcanzó una resistencia a la flexión de



52 kg/cm² utilizando hormigón que contenía un 3% de polvo de grafito en peso de cemento, en comparación con el hormigón ordinario con una resistencia a la flexión de kg/cm².

De acuerdo a Accilio & Chancas (2020), en su tesis denominada "Evaluación del concreto $F'c = 210$ kg/cm² agregando fibras de acero y microsílíce, Lima 2020", Este estudio tenía por objeto examinar los efectos de la adición de fibras de acero y microsílíce al concreto con una resistencia a compresión especificada ($f'c=210$ kg/cm²) y presentaba características metodológicas aplicadas, descriptivas, cuasi experimentales y transversales. Partiendo de los áridos, se establecieron 3 grupos con diferentes cantidades de estas inclusiones; a continuación, se definió el grupo estándar con los porcentajes de fibras de acero y micro sílice. Todo ello se realizó de acuerdo con el planteamiento expuesto en la norma ACI 211. 1) Concreto con un 1% de fibras de acero y un 5% de microsílíce en peso; 2) Concreto con un 1,5% de fibras de acero y un 7,5% de microsílíce en peso; 3) Concreto con un 2% de fibras de acero y un 10% de microsílíce en peso; y por último, a los 28 días, se incrementó la resistencia a compresión del concreto; el tercer grupo alcanzó una $f'c = 362$ kg/cm², lo que supone un 122% más que el concreto estándar. El método radial verificó una resistencia a la tracción de 45 kg/cm², una mejora del 150% respecto al hormigón normal. El hormigón del Grupo 3 es un 167% más resistente que el concreto normal, con una resistencia a la tracción por flexión de 55 kg/cm². La incorporación de fibra de acero y microsílíce a la mezcla de hormigón disminuye significativamente su trabajabilidad.

Finalmente Vargas & Yataco (2020), en su tesis "Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión el concreto para pavimentos rígidos", cuyo objetivo principal era examinar cómo afectaban las fibras de acero y polipropileno a la resistencia a la flexión del concreto utilizado en pavimentos rígidos. Los resultados de estudios realizados tanto en nuestro país como en el extranjero sirvieron de base para esta evaluación, que también incluía la posibilidad de aumentar la resistencia a la flexión de los pavimentos inflexibles disminuyendo el número de grietas y fisuras en el material. Tras estudiar las investigaciones realizadas en todo el mundo, examinamos estadísticamente



los resultados de las pruebas de resistencia a la flexión del hormigón. Los datos demostraron la existencia de una correlación entre la dosis óptima de fibras de acero y polipropileno y el porcentaje de mejora de la resistencia a la flexión. Según la investigación estadística, la dosis óptima de fibras de acero para aumentar la resistencia a la flexión del hormigón es del 37% a 37 kg/m³. La proporción óptima de macrofibras de polipropileno es del 18% a 5 kg/m³, mientras que el mayor porcentaje de polipropileno es de 0,45 kg/m³. Por último, se descubre que la resistencia a la flexión del hormigón aumenta considerablemente si se le añade más fibra. Existe un punto óptimo para la dosis de inserción de fibra que no aumenta la resistencia a la flexión del concreto endurecido.

2.1.3 Antecedentes Locales.

Según Isidro (2019), en su tesis denominada "Influencia De La Adición De Fibras De Acero En Las Propiedades Del Concreto Empleado Para Pavimentos En La Construcción De Pistas En La Ciudad De Puno-Puno" Los objetivos principales del estudio eran crear espesores de pavimento rígidos según el método AASHTO 1993 y actúan de manera favorable en las propiedades del concreto normal con la inclusión de fibra de acero (Sika Fiber CHO 80-60-NB). El concreto utilizado en el estudio tenía una resistencia específica a la compresión ($f'_c=210$ kg/cm²) y se reforzó con fibras de acero en concentraciones de 10, 20, 30 y 45 kg/m³. Los diseños de las mezclas siguieron la metodología del Comité 211 del Instituto Americano del Concreto, mientras que las Normas Técnicas Peruanas se utilizaron para probar las diversas adiciones de fibras. La fibra de acero (Sika Fiber CHO 80-60-NB) agregada al concreto en una concentración de 210 kg/cm² resulta en una mejora significativa de su resistencia a la flexión (módulo de ruptura), mientras que en una concentración de 30 kg/m³ aumenta marginalmente su resistencia a la compresión. En cambio, la trabajabilidad del concreto disminuye considerablemente, y el espesor de pavimento rígido disminuye a medida que el concreto aumenta en las proporciones de fibra. Por último, a medida que se incrementa la cantidad de fibra utilizada, también lo hace el coste unitario por metro cuadrado de pavimento.



De acuerdo a Collanqui & Gamarra (2023), en su tesis "Influencia de la adición de fibra de acero reciclado producto de residuos de neumáticos en las propiedades físico mecánicas del concreto con relación $A/C=0.45$ y en el fisuramiento por contracción plástica en losas en la ciudad de Juliaca – 2022" El propósito de esta investigación fue examinar los impactos sobre las propiedades mecánicas y físicas, la fisuración por contracción plástica en losas y el rendimiento general del material del hormigón que contenía fibra de acero reciclada de neumáticos viejos en una relación agua-cemento de 0,45. El enfoque cuantitativo, el método deductivo, el nivel explicativo, el diseño experimental y el tipo de investigación aplicada sirvieron de base a la metodología, que empleó estrategias de recopilación de datos a través de la experimentación y la observación, Además, se utilizaron las fichas de observación. Según los resultados de la prueba de consistencia, el hormigón suele tener las siguientes propiedades: La fórmula requiere una temperatura del hormigón fresco de $13,8^{\circ}\text{C}$, un asentamiento de $4\frac{1}{2}$ » y un contenido de aire que oscila entre 4,8% y 5,3%, con un peso unitario de $2325,0\text{ kg/m}^3$ que aumenta ligeramente cuando se incluye fibra. Los resultados de las propiedades mecánicas del hormigón a los 28 días revelaron que el FAR al 1% tenía una resistencia media a la flexión de $42,52\text{ kg/cm}^2$, una resistencia media a la tracción de $29,94\text{ kg/cm}^2$ y una resistencia a la compresión de $309,15\text{ kg/cm}^2$. En cuanto a la fisuración por retracción plástica, hay trece fisuras en el concreto base, cinco fracturas con un FAR del 0,5%, y ninguna fisura en las otras modificaciones. El presente estudio ha puesto de manifiesto que las cualidades mecánicas y físicas tanto del concreto nuevo como del viejo se ven reforzadas por las fibras de acero recicladas, con lo que alcanzan los niveles necesarios para los proyectos de pavimentación. La caída era la adecuada para una losa de pavimentación, ya que la consistencia del concreto había mejorado; las tensiones de compresión, tracción y flexión aumentaron en un 38%, 16% y 26%, respectivamente, en comparación con el concreto estándar; y, por último, la fisuración debida a la retracción plástica se produce con mayor frecuencia en el concreto estándar, pero a medida que aumenta el FAR, las fisuras disminuyen hasta desaparecer por completo.



Según Isidro Chagua (2019), en su estudio "Influencia de la adición de fibras de acero en las propiedades del concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la ciudad de Puno". Los objetivos principales de este estudio eran desarrollar espesores de pavimento rígido según la metodología AASHTO 1993 y optimizar las cualidades del concreto tradicional mediante la inclusión de fibra de acero. En el estudio se tuvieron en cuenta el coste por metro cuadrado, la trabajabilidad, la resistencia a la flexión y la resistencia básica a la compresión. En este estudio se utilizó concreto con una resistencia de diseño $f'c$ de 210 kg/cm^2 y proporciones de fibra de acero de 10, 20, 30 y 45 kg/m^3 . Las pruebas de laboratorio se realizaron de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas, mientras que el diseño de la mezcla se llevó a cabo utilizando el enfoque del Comité 211 del Instituto Americano del Concreto. La investigación indica que la inclusión de 30 kg/m^3 de fibra de acero mejora significativamente la resistencia a la flexión (módulo de rotura) y la resistencia a la compresión (en menor medida), mientras que reduce significativamente la trabajabilidad. Además, el espesor del pavimento rígido disminuye a medida que se incrementan las proporciones de fibra en el concreto, mientras que el costo unitario por metro cuadrado de pavimento aumenta proporcionalmente al incremento en el uso de fibra.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concreto.

Según (Flores C. A., 2020), La resistencia, adaptabilidad y longevidad del material compuesto que suele denominarse concreto lo convierten en un material de construcción indispensable. En su forma más básica, es una combinación de cemento, agua, áridos (como arena, grava o piedra triturada) y, en ocasiones, aditivos químicos y/o minerales que alteran sus cualidades para adaptarse a necesidades específicas. El cemento, usualmente Portland, actúa como aglutinante cuando se hidrata con agua, formando una pasta que envuelve los agregados y, con el tiempo, se endurece y adquiere resistencia. Este proceso



de fraguado y endurecimiento es resultado de reacciones químicas complejas conocidas como hidratación, las cuales transforman la mezcla en una masa sólida y resistente. Los agregados constituyen el mayor volumen del concreto y son esenciales para su resistencia y estabilidad dimensional, mientras que los aditivos pueden mejorar propiedades como la trabajabilidad, durabilidad, tiempo de fraguado y resistencia a agentes externos. El concreto es un material altamente personalizable. Puede diseñarse con diferentes proporciones de sus componentes para cumplir con requisitos específicos, como alta resistencia, flexibilidad, impermeabilidad o aislamiento térmico y acústico. También puede incluir materiales reciclados, como plástico triturado o fibras metálicas, reducir sus efectos sobre el medio ambiente y aumentar su sostenibilidad. La construcción de edificios, puentes, pavimentos, presas y otras obras civiles son algunas de las muchas aplicaciones del concreto. Es el material perfecto para soportes estructurales y cimientos por su resistencia a grandes cargas de compresión. Sin embargo, debido a su limitada resistencia a la tracción, a menudo se combina con refuerzos, como barras de acero, formando concreto reforzado.

2.2.1.1 Fundamentos para el concreto

Cemento, agua, áridos (finos y gruesos) y aditivos (opcionales) son los principales ingredientes del concreto, un material de construcción. Este material es altamente resistente a la compresión, duradero y adaptable a distintas aplicaciones, Por lo tanto, es una opción crucial para construcciones como autopistas, puentes y edificios. La excelencia del concreto está determinada por la proporción de sus componentes y el proceso de curado, que permite su endurecimiento y le confiere las propiedades mecánicas necesarias para soportar cargas. Además, en su producción, se busca cada vez más la sostenibilidad mediante el uso de materiales reciclados o alternativos para reducir su impacto ambiental.



2.2.2 Componentes del concreto.

Los ingredientes del concreto son el agua, el cemento, los áridos finos y gruesos y, en ocasiones, los aditivos. Las cualidades finales del concreto, como su resistencia, durabilidad y trabajabilidad, dependen en gran medida de cada uno de ellos.

2.2.2.1 Cemento.

El cemento, uno de los aglutinantes más importantes de la construcción, se compone principalmente de una combinación de arcilla y elementos calcáreos. Mezclado con agua, forma una pasta que puede fraguar y endurecerse, dando a las estructuras resistencia y cohesión. Según la definición de la Real Academia Española (RAE), es una «mezcla hecha de materiales arcillosos y calcáreos, cocidos y molidos muy finamente, que solidifica y endurece al mezclarse con agua. (Gutierrez, 2019).

El cemento Portland, uno de los tipos más comunes, se obtiene al calentar materiales calcáreos y arcillosos a altas temperaturas, formando escorias que luego se muelen hasta obtener un polvo fino. Este polvo, al mezclarse con agua, inicia una serie de reacciones químicas conocidas como hidratación, que resultan en el endurecimiento del material y el desarrollo de sus propiedades adhesivas y cohesivas (Gutierrez, 2019).

En términos generales, El cemento puede definirse como una sustancia que posee cualidades cohesivas y adhesivas, que le permiten fusionar piezas minerales en un todo compacto. Por esta característica, es esencial para la producción de mortero y concreto, donde actúa como el componente principal que une los agregados y proporciona la resistencia necesaria para diversas aplicaciones en la construcción . (Herrera, 2020).

Es importante destacar que existen diferentes tipos de cemento, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos de construcción, como resistencia, tiempo de fraguado y durabilidad. Los requisitos específicos de cada proyecto y los factores ambientales a los que estará sometida la estructura determinan qué tipo es el mejor.

2.2.2.1.1 Cemento portland.

El cemento Portland es un tipo de cemento hidráulico fabricado a partir de la pulverización de una mezcla calcinada de materiales calcáreos y arcillosos, como piedra caliza y arcilla. Este tipo de cemento, al mezclarse con agua, desarrolla propiedades aglutinantes gracias a un proceso químico conocido como hidratación, formando compuestos cristalinos que le otorgan resistencia y durabilidad. Como puede fraguar y endurecerse tanto en el aire como en el agua, es perfecto para una gran variedad de usos estructurales y es uno de los materiales de construcción más usados. (Mendoza, 2021).

El cemento Portland debe su nombre a la similitud de su color y textura con la piedra de Portland, una roca caliza usada históricamente en construcciones en Inglaterra. Según (Herrera, 2020), este cemento está compuesto principalmente de silicatos de calcio (alita y belita), aluminatos y ferritas, cuya hidratación genera compuestos que proporcionan cohesión a la mezcla. Su versatilidad permite su empleo en la fabricación de concreto, mortero, prefabricados y otras soluciones constructivas.

2.2.2.2 Agregado.

Para fabricar concreto y mortero, los ingredientes básicos son los áridos, minerales granulares que pueden ser naturales o artificiales. Están diseñados para proporcionar volumen, estabilidad y resistencia a la mezcla, representando entre el 60% y el 75% de su composición total. La arena y otros áridos finos son un tipo, mientras que la grava y la piedra triturada son ejemplos de áridos gruesos. Su calidad, tamaño y forma influyen directamente en las propiedades. (Gómez, 2020).

- Agregado Fino: es el obtenido entre los tamices de 3/8" al N°200, normalmente es arena la cual tiene que ser estudiada previamente para el diseño de mezcla.
- Agregado Grueso: es el que da la masa del concreto, esta se obtiene en el tamiz usado para la obtención que tiene que ser el N°4.

2.2.2.3 Agua.

El agua es un ingrediente necesario en la producción de mezclas de mortero y concreto porque inicia el proceso de hidratación del cemento, que permite que la mezcla se solidifique y se haga más resistente con el tiempo. Además, facilita la trabajabilidad de la mezcla, asegurando una distribución homogénea de los componentes y contribuyendo a la durabilidad del concreto (López & García, 2020).

Según Pérez & Martínez (2019), la calidad del agua utilizada es crucial, ya que impurezas como aceites, sulfatos, cloruros o materia orgánica pueden afectar las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto. El agua potable suele cumplir los requisitos de calidad necesarios, pero en aplicaciones específicas pueden requerirse análisis adicionales para garantizar que su uso no comprometa la integridad de la mezcla.

2.2.2.4 Aire.

El aire en el concreto se refiere a los espacios de aire que quedan atrapados de manera natural durante el mezclado o que son incorporados intencionalmente mediante el uso de aditivos químicos. Según Villegas (2019), el aire atrapado o incluido juega un papel fundamental en la durabilidad del concreto, especialmente frente a ciclos de congelación y descongelación. Además, el aire incorporado en proporciones controladas (4% a 7%) mejora la trabajabilidad y reduce la segregación de los agregados en la mezcla. Sin embargo, Debido a la reducción de la densidad, la resistencia mecánica puede verse afectada por un exceso de aire.

2.2.3 Los agregados

Los componentes granulares llamados áridos, que incluyen arena, grava y piedra triturada, constituyen entre el 60% y el 75% del volumen del concreto y proporcionan a la mezcla resistencia, estabilidad y longevidad. Los agregados se clasifican en finos, como la arena, y gruesos, como la grava, dependiendo de su tamaño de partícula. Esta clasificación

es crucial para determinar la granulometría adecuada y garantizar una mezcla homogénea y resistente. (Ferrel & Moreano, 2019).

Por su parte, Quispe (2020), explica cómo la durabilidad y las cualidades mecánicas del concreto dependen directamente de la calidad de los áridos utilizados. Factores como la forma, textura superficial, resistencia y absorción son determinantes para su selección, porque afectan a la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y la longevidad del concreto.

2.2.3.1 Clasificación De Los Agregados

Según Ferrel & Moreando (2019), El tamaño de las partículas determina si un árido es fino o grueso. Un tamiz de 4,75 mm separa las partículas finas de las gruesas; las primeras pasan, mientras que las segundas quedan retenidas. Esta clasificación es esencial para determinar la granulometría adecuada y garantizar una mezcla homogénea y resistente.

Agregados finos:

Se considera que el material ha atravesado el tamiz de 9,5 mm (3/8") si permanece en el tamiz n.º 200 (0,075 mm) cuando se somete a ensayo. La función principal del árido fino, que suele ser triturado o de arena natural, es reforzar la mezcla de concreto rellenando los espacios entre las partículas de árido más grandes. (Guerrero, 2020).

Agregados gruesos:

Es el mismo material que queda atrapado en el filtro de 4,75 mm y procede de rocas que se han descompuesto de forma mecánica o natural. Las partículas de piedra triturada o grava forman parte de él, y su tamaño máximo comúnmente utilizado oscila entre 19 mm y 25 mm. El agregado grueso proporciona resistencia y estabilidad al

concreto, además de influir en la durabilidad y en la reducción de posibles deformaciones. (Guerrero, 2020).

2.2.3.2 Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados

La calidad y funcionalidad del concreto dependen en gran medida de las características mecánicas y físicas de las partículas. A continuación se indican los significados de estos atributos.

1. Propiedades físicas de los agregados

- ✚ **Granulometría:** se utiliza para describir el análisis granulométrico de los áridos. La resistencia y durabilidad del concreto aumentan cuando la granulometría es adecuada, ya que hace que la mezcla sea más compacta y trabajable. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Peso específico:** Es la relación entre la masa del agregado y su volumen, incluyendo los poros no accesibles al agua. Este valor es crucial para el diseño de mezclas de concreto, ya que influye en la densidad y estabilidad de la estructura final. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Absorción:** Capacidad del agregado para retener agua en sus poros. Una alta absorción puede afectar la relación agua/cemento, alterando las propiedades mecánicas del concreto. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Contenido de humedad:** el contenido de agua del árido en un momento determinado. Conocer este número es crucial para modificar el contenido de agua de la mezcla de concreto con el fin de garantizar la consistencia adecuada. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Porosidad:** Proporción del volumen de poros respecto al volumen total del agregado. Una alta porosidad puede disminuir la resistencia del concreto y aumentar su susceptibilidad a agentes externos. (Valenzuela, 2021).

2. Propiedades mecánicas de los agregados

- ✚ **Resistencia a la trituración:** Capacidad del agregado para resistir fuerzas que intentan reducir su tamaño. Un agregado con alta resistencia a la trituración contribuye a un concreto más resistente. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Resistencia a la abrasión:** Medida de la capacidad del agregado para resistir el desgaste superficial. Esta propiedad es vital en estructuras expuestas a tráfico o erosión. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Módulo de elasticidad:** Indica la deformabilidad del agregado bajo cargas aplicadas. Un módulo de elasticidad adecuado es esencial para que el concreto soporte cargas sin deformaciones excesivas. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Tenacidad:** Resistencia del agregado al impacto. Agregados con alta tenacidad son preferibles en estructuras sujetas a vibraciones o cargas dinámicas. (Valenzuela, 2021).
- ✚ **Adherencia:** Capacidad del agregado para unirse eficazmente con la pasta de cemento. Una buena adherencia es crucial para la integridad estructural del concreto. (Valenzuela, 2021).

2.2.3.3 Funciones de los Agregados en el Concreto

Los agregados desempeñan funciones esenciales en la composición del concreto, influyendo directamente en sus propiedades mecánicas, durabilidad y comportamiento general. A continuación, se detallan las principales funciones de los agregados en el concreto.

1. **Proporcionar resistencia y estabilidad:** Los agregados constituyen la estructura granular del concreto, aportando solidez y capacidad para resistir cargas. Su presencia mejora la resistencia a la compresión y disminuye la deformabilidad del material. (Valenzuela, 2021).
2. **Reducir la contracción y expansión:** La incorporación de agregados disminuye los cambios volumétricos del concreto asociados con procesos de fraguado,

- endurecimiento, humedad y temperatura, contribuyendo a la estabilidad dimensional de las estructuras. (Valenzuela, 2021).
3. **Mejorar la durabilidad:** Los agregados de alta calidad hacen que el concreto sea más resistente a factores ambientales adversos como la abrasión, las agresiones químicas y los ciclos de hielo-deshielo., prolongando la vida útil de las construcciones. (Valenzuela, 2021).
 4. **Optimizar la trabajabilidad:** Una adecuada selección y gradación de los agregados facilita el proceso de mezclado, colocación y compactación del concreto, asegurando una distribución uniforme y reduciendo la segregación. (Valenzuela, 2021).
 5. **Contribuir a la economía del material:** Los agregados ocupan la mayor parte del volumen del concreto, lo que permite reducir la cantidad de cemento necesario, disminuyendo costos sin comprometer la calidad del producto final. (Valenzuela, 2021).

2.2.3.4 Normas y Control de Calidad de los Agregados

Son fundamentales para garantizar la resistencia, durabilidad y desempeño óptimo del concreto en las construcciones civiles. A continuación, se detallan estos aspectos, respaldados por fuentes académicas:

Normas aplicables a los agregados:

Las normas técnicas establecen los criterios y procedimientos para evaluar las propiedades de los agregados. Por ejemplo, la Norma N·CMT·2·02·002/02 del Manual de Carreteras de México especifica las características de calidad de los agregados utilizados en la fabricación de concreto hidráulico, incluyendo aspectos como granulometría, contenido de finos, resistencia a la degradación y reactividad potencial. (Abanto R. E., 2019).

Control de calidad de los agregados:

El control de calidad implica la aplicación de técnicas antes, durante y después del proceso constructivo para asegurar que los agregados cumplan con los criterios previamente definidos al menor costo posible. Esto incluye la realización de ensayos de laboratorio para determinar propiedades físicas y mecánicas, como granulometría, peso específico, absorción, resistencia a la abrasión y contenido de humedad. Además, es esencial implementar procedimientos de muestreo adecuados y mantener registros detallados de los resultados de las pruebas para garantizar la uniformidad y calidad de los materiales utilizados en la obra. Un control de calidad eficiente contribuye a la producción de un concreto que cumpla con las especificaciones del proyecto y asegure la integridad estructural de la construcción. (Abanto R. E., 2019)

En resumen, la adherencia a las normas establecidas y la implementación de un control de calidad riguroso de los agregados son fundamentales para garantizar la calidad y durabilidad del concreto en las estructuras civiles.

2.2.4 Grafito en polvo

El grafito en polvo es una forma finamente dividida del grafito, un alótropo del carbono caracterizado por su estructura laminar de átomos con hibridación sp^2 . Este material se obtiene mediante la molienda del grafito natural o sintético hasta alcanzar una granulometría específica. El grafito en polvo posee propiedades notables, como alta conductividad eléctrica y térmica, lubricidad, resistencia a altas temperaturas y estabilidad química, lo que lo hace útil en diversas aplicaciones industriales y científicas.

El uso de grafito en polvo como aditivo en mezclas de concreto para incrementar sus cualidades mecánicas se ha investigado recientemente en el sector de la construcción. Un estudio de 2020, por ejemplo, examinó los efectos de varias proporciones de grafito en polvo en el concreto con una resistencia de 210 kg/cm^2 y descubrió que la adición de este material aumentaba significativamente las resistencias a la compresión y a la flexión del concreto. (Alvarado & Roque, 2020).

Asimismo, otra tesis de 2021, examinaron cómo cambiaban las características mecánicas y físicas del concreto cuando se añadía polvo de grafito en diferentes cantidades, concluyendo que la incorporación de este aditivo puede optimizar la trabajabilidad y aumentar la resistencia del concreto, dependiendo de la cantidad utilizada. (Vargas C. L., 2021).

Figura 1

Grafito en Polvo



La figura muestra diferentes muestras de grafito en polvo en tonos que van del gris claro al negro intenso, reflejando variaciones en pureza o granulometría, típico de su uso en aplicaciones industriales y de construcción.

2.2.4.1 Origen del grafito en polvo

El grafito en polvo puede obtenerse a partir de fuentes naturales (depósitos minerales de grafito cristalino) o de grafito sintético, que se produce mediante la calcinación de hidrocarburos o carbón a altas temperaturas. En ambos casos, el material se tritura y muele hasta alcanzar tamaños de partícula del orden de micrómetros. (Alvarado & Roque, 2020).

1. **Extracción:** El grafito se extrae de yacimientos naturales mediante técnicas mineras, accediendo a las capas ricas en este mineral.
2. **Trituración y molienda:** El grafito extraído se tritura en fragmentos más pequeños y luego se muele hasta obtener un polvo fino y uniforme, con partículas que pueden variar de 5 a 20 micrómetros, dependiendo del proceso de molienda.
3. **Purificación:** El polvo de grafito se somete a tratamientos químicos o térmicos para eliminar impurezas, garantizando una alta pureza del producto final.
4. **Clasificación:** El polvo purificado se clasifica según el tamaño de las partículas, adaptándose a las especificaciones requeridas para diversas aplicaciones industriales.

Este proceso de producción asegura que el grafito en polvo mantenga las propiedades inherentes del grafito natural, como su alta conductividad térmica y eléctrica, lubricidad y resistencia a altas temperaturas, haciéndolo útil en una amplia gama de aplicaciones industriales. (Vargas C. L., 2021).

2.2.4.2 Propiedades físicas del grafito en polvo

1. Estructura cristalina:

Tiene una estructura hexagonal con átomos dispuestos en capas. Las capas están unidas por fuerzas de Van der Waals, permitiendo que se deslicen entre sí, lo que le otorga propiedades lubricantes.

2. Conductividad térmica y eléctrica:

Es perfecto para aplicaciones que necesitan disipación de calor debido a su alta conductividad térmica y su alta conductividad eléctrica, causadas por la movilidad de los electrones en su estructura.

3. Densidad:

Su densidad varía entre 2.09 y 2.23 g/cm³, lo que lo posiciona como un material de baja densidad en comparación con otros aditivos minerales.

4. Color:

Presenta un color negro opaco con un brillo metálico característico.



5. Textura:

Es suave al tacto, con una textura laminar que facilita su mezcla en compuestos como el concreto.

6. Punto de fusión:

Tiene un punto de sublimación elevado, aproximadamente a 3650°C, lo que lo hace resistente a altas temperaturas.

7. Hidrofobicidad:

Es parcialmente hidrofóbico, lo que puede influir en su interacción con matrices húmedas como el concreto.

2.2.4.3 Propiedades mecánicas del grafito en polvo

1. Lubricidad:

Las capas hexagonales deslizantes le proporcionan propiedades lubricantes excepcionales, reduciendo el desgaste en aplicaciones mecánicas.

2. Resistencia a la compresión:

Aunque no es un material estructural por sí mismo, su uso en pequeñas proporciones puede mejorar la resistencia del concreto.

3. Elasticidad:

Presenta un módulo de elasticidad anisotrópico, con valores que oscilan entre 10 GPa (dirección perpendicular a las capas) y 300 GPa (dirección paralela a las capas).

4. Resistencia química:

Es químicamente inerte frente a la mayoría de los reactivos, lo que garantiza estabilidad en entornos agresivos.

5. Tamaño de partículas:

En estado de polvo, las partículas pueden variar de 5 a 20 micrómetros, dependiendo del proceso de molienda.



6. Compatibilidad con otros materiales:

Tiene una alta capacidad de dispersión en matrices de cemento, mejorando su adherencia y optimizando las propiedades del concreto.

2.2.4.4 Aplicaciones en la construcción

En el concreto, el grafito en polvo se utiliza como un aditivo innovador para mejorar ciertas propiedades mecánicas y físicas:

2.2.5 Fibra de acero

Las fibras de acero son elementos de refuerzo discontinuos y cortos, fabricados a partir de alambres o láminas de acero, que se incorporan al concreto para tener mejoras en sus propiedades mecánicas, especialmente su resistencia a la tracción, flexión y tenacidad. Estas fibras actúan como puentes en las microfisuras del concreto, controlando su propagación y aumentando la ductilidad del material. (Ñaupas & Sosa, 2019).

2.2.5.1 Fibras de acero reciclado proveniente de neumáticos

Son filamentos metálicos extraídos de neumáticos fuera de uso (NFU) mediante procesos de reciclaje. El objetivo de añadir estas fibras al concreto es mejorar sus cualidades mecánicas, como la durabilidad, la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción, ofreciendo una alternativa sostenible al reutilizar desechos industriales. (Cuya, 2022).

Figura 2*Fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos*

La figura muestra el proceso manual de extracción de fibra de acero reciclada a partir de neumáticos fuera de uso. Se observa cómo se separa los filamentos de acero que refuerzan la estructura del neumático, evidenciando una práctica de reutilización de materiales para fines constructivos o industriales.

2.2.5.2 Origen de fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos

Se obtienen a partir de neumáticos fuera de uso (NFU) mediante diversos procesos de reciclaje. Los neumáticos contienen aproximadamente un 15% de acero en su composición, el cual se utiliza para reforzar su estructura. Para recuperar estas fibras, se emplean técnicas como la trituración mecánica, la criogenización y la pirolisis. (Jose, 2019).

❖ Proceso de recuperación

1. **Trituración mecánica:** Consiste en fragmentar los neumáticos en trozos más pequeños mediante equipos de corte y granulación. Durante este proceso, se utilizan imanes para separar las fibras de acero del caucho y otros componentes. (Jose, 2019).
2. **Criogenización:** Implica enfriar los neumáticos a temperaturas extremadamente bajas, generalmente utilizando nitrógeno líquido, lo que provoca la fragilización del caucho.

Posteriormente, el material se tritura, facilitando la separación de las fibras de acero. (Jose, 2019).

3. **Pirolisis:** Es un proceso de descomposición térmica en ausencia de oxígeno, donde los neumáticos se calientan a altas temperaturas, descomponiendo el caucho y permitiendo la recuperación del acero y otros subproductos. (Jose, 2019).

Una vez recuperadas, las fibras de acero se limpian y acondicionan para su uso en aplicaciones como el refuerzo de concreto, mejorando sus propiedades mecánicas y contribuyendo a una construcción más sostenible. (Jose, 2019).

2.2.5.3 Propiedades físicas de las fibras de acero reciclado de neumáticos

Poseen atributos físicos que permiten utilizarlos para potenciar las cualidades del concreto. A continuación, se detallan algunas de estas propiedades:

1. **Dimensiones:** Las fibras suelen tener diámetros alrededor de 1 mm y longitudes que varían según el proceso de recuperación y corte. (Toribio & Ugaz, 2021).
2. **Forma y textura:** Estas fibras presentan una morfología irregular y una superficie rugosa, lo que favorece su adherencia dentro de la matriz del concreto. (Toribio & Ugaz, 2021).
3. **Densidad:** La densidad de las fibras de acero recicladas es similar a la del acero convencional, contribuyendo a aumentar la densidad del concreto al ser incorporadas. (Machaca, 2022).
4. **Conductividad térmica y eléctrica:** Al estar compuestas de acero, Debido a su elevada conductividad eléctrica y térmica, estas fibras pueden afectar a las características del concreto en determinadas aplicaciones. (Machaca, 2022).
5. **Resistencia a la corrosión:** Aunque puede producirse óxido en el acero, las fibras recuperadas de neumáticos suelen estar recubiertas por residuos de caucho, lo que puede ofrecer cierta protección contra agentes corrosivos. (Machaca, 2022).

Estas propiedades físicas permiten que las fibras de acero procedentes de neumáticos reciclados mejoren las propiedades mecánicas, como la resistencia a la

compresión, del concreto, la tracción y la flexión, al tiempo que promueven la sostenibilidad mediante la reutilización de recursos residuales.

2.2.5.4 Propiedades mecánicas de las fibras de acero reciclado proveniente de neumáticos

Poseen propiedades mecánicas que las hacen adecuadas para reforzar el concreto. A continuación, se detallan algunas de estas propiedades:

1. **Resistencia a la tracción:** Gracias a la gran resistencia a la tracción de estas fibras, el concreto tolera mejor las presiones de tracción. (Guerrero T. C., 2024).
2. **Módulo de elasticidad:** El módulo de elasticidad de las fibras de acero recicladas es comparable al del acero convencional, lo que permite una adecuada compatibilidad con la matriz de concreto y mejora su comportamiento bajo cargas. (Guerrero T. C., 2024).
3. **Tenacidad:** La inclusión de estas fibras incrementa la tenacidad del concreto, es decir, su capacidad para absorber energía antes de fracturarse, lo que resulta en una mayor resistencia al agrietamiento y a la propagación de fisuras. (Guerrero T. C., 2024).
4. **Adherencia:** La superficie de las fibras de acero recicladas puede presentar cierta rugosidad debido al proceso de recuperación, lo que favorece su adherencia a la matriz de concreto y mejora la transferencia de esfuerzos entre la fibra y el material circundante. (Guerrero T. C., 2024).

Una forma ecológica y útil en la práctica de mejorar las cualidades mecánicas del hormigón en diversas aplicaciones de construcción es con fibras de acero fabricadas a partir de neumáticos reciclados.

2.2.5.5 Aplicaciones en el concreto

El concreto se refuerza mecánicamente y se hace más duradero añadiendo fibras de acero recicladas procedentes de neumáticos. Enseguida, se detallan algunas aplicaciones específicas:

1. **Pavimentos rígidos:** La resistencia a la flexión y a la compresión del concreto aumenta con la inclusión de estas fibras, permitiendo una disminución en el espesor de las losas y mejorando su capacidad para soportar cargas pesadas. (Toribio & Ugaz, 2021).
2. **Hormigones proyectados:** En aplicaciones como túneles y taludes, las fibras de acero recicladas incrementan la adherencia y resistencia del concreto proyectado, aumentando su capacidad para absorber energía y resistir impactos. (Toribio & Ugaz, 2021).
3. **Elementos estructurales:** Su incorporación en columnas, vigas y losas contribuye a controlar la propagación de fisuras, incrementando la tenacidad y ductilidad del concreto, lo que resulta en estructuras más seguras y duraderas. (Toribio & Ugaz, 2021).
4. **Construcciones sostenibles:** El uso de estas fibras promueve la economía circular al reutilizar materiales desechados, reduciendo la huella de carbono y disminuyendo la dependencia de fibras de acero nuevas. (Toribio & Ugaz, 2021).

Estos usos demuestran que las fibras de acero de neumático reciclado pueden utilizarse para incrementar las cualidades del concreto en diversas obras de construcción de forma práctica y sostenible.

2.2.5.6 Ventajas y desventajas

Ofrecen diversas ventajas y desventajas cuando se incorporan al concreto. A continuación, se detallan algunos aspectos clave:

✚ Ventajas:

1. **Mejora de propiedades mecánicas:** Al mejorar la resistencia a la compresión, flexión y tracción del material, las fibras aumentan la capacidad de carga y disminuyen el riesgo de agrietamiento del concreto. (Juarez & Sanchez, 2024).
2. **Aumento de la durabilidad:** Las fibras de acero recicladas mejoran la tenacidad y ductilidad del concreto, prolongando su vida útil y resistencia frente a condiciones adversas. (Juarez & Sanchez, 2024).
3. **Sostenibilidad:** Las fibras recicladas contribuye a la economía circular, reduciendo la necesidad de producir nuevas fibras de acero y disminuyendo la cantidad de residuos de neumáticos en vertederos. (Juarez & Sanchez, 2024).
4. **Reducción de costos:** La inclusión de fibras de acero recicladas puede disminuir los costos en comparación con el uso de refuerzos tradicionales, como las barras de acero, y optimizar los tiempos de construcción. (Juarez & Sanchez, 2024).

✚ Desventajas:

1. **Variabilidad en las propiedades:** Las fibras recicladas pueden presentar inconsistencias en dimensiones y características mecánicas debido a los diferentes procesos de recuperación, lo que podría afectar la homogeneidad del concreto. (Juarez & Sanchez, 2024).
2. **Posible corrosión:** Aunque las fibras de acero recicladas pueden estar recubiertas por residuos de caucho que ofrecen cierta protección, existe el riesgo de corrosión si no se garantiza una adecuada protección o si el concreto se expone a ambientes agresivos. (Juarez & Sanchez, 2024).
3. **Dificultades en la trabajabilidad:** La inclusión de fibras puede influir en la manejabilidad de la mezcla de concreto, requiriendo ajustes en el proceso de mezclado y colocación para asegurar una distribución uniforme. (Juarez & Sanchez, 2024).

4. **Aparición de fibras en la superficie:** Existe la posibilidad de que algunas fibras queden expuestas en la superficie del concreto, lo que podría afectar la estética y, en ciertos casos, la durabilidad de la estructura. (Juarez & Sanchez, 2024).

Es fundamental evaluar cuidadosamente estos factores al considerar el uso de fibras de acero recicladas de neumáticos en proyectos de construcción, asegurando que las ventajas superen las desventajas y se logre un desempeño óptimo del concreto reforzado.

2.2.5.7 Consideraciones Técnicas

1. **Dosificación:** Proporciones mayores al 5.0% pueden afectar la trabajabilidad del concreto, generando problemas en su homogeneidad.
2. **Distribución Uniforme:** Es fundamental garantizar una mezcla adecuada para evitar la formación de grumos o vacíos.
3. **Compatibilidad:** Se debe evaluar su interacción con otros componentes de la mezcla para optimizar su desempeño.

2.2.6 Funciones Del Agregado En El Concreto

Cumplen funciones esenciales, como proporcionar resistencia mecánica al material, actuando como un esqueleto que soporta las cargas, además de reducir el consumo de pasta de cemento, disminuyendo costos y contracciones. También mejoran la durabilidad del concreto frente a agentes externos, controlan los cambios volumétricos causados por el fraguado y endurecimiento, y optimizan la trabajabilidad y cohesión de la mezcla. Estas funciones dependen de propiedades como la granulometría, forma y composición del agregado, lo que influye directamente en la calidad y comportamiento del concreto (Valenzuela, 2021).

1. **Proporcionar un relleno adecuado a la pasta:** Los agregados reducen la cantidad de pasta de cemento necesaria por unidad de volumen, lo que disminuye el costo del concreto. (Valenzuela, 2021).
2. **Aportar resistencia mecánica:** Se agregan en un sólido que puede resistir fuerzas mecánicas, desgaste y condiciones ambientales adversas, mejorando la durabilidad del concreto. (Valenzuela, 2021).
3. **Controlar cambios volumétricos:** Contribuir a la reducción de las diferencias de volumen causadas por los cambios de calor, fraguado, endurecimiento, humectación y secado de la pasta de cemento. (Valenzuela, 2021).

2.2.7 Propiedades Del Concreto En Estado Fresco O Plástico.

El concreto en estado fresco o plástico es una mezcla de cemento, agregados y agua que aún no ha fraguado ni endurecido, permitiendo su manipulación y conformado según las necesidades de la construcción. Las propiedades más destacadas en esta fase incluyen: (Gómez, 2020).

1. **Trabajabilidad:** la sencillez de mezclar, mover, colocar y compactar el concreto sin comprometer su consistencia. Para que el concreto se coloque y consolide correctamente, es necesaria una trabajabilidad suficiente. (Gómez, 2020).
2. **Consistencia:** El grado de fluidez de la mezcla, que indica si está húmeda o seca. Para medirlo se suele utilizar el ensayo de asentamiento. (Gómez, 2020).
3. **Cohesividad:** Capacidad de la mezcla para mantenerse uniforme, evitando la separación de sus componentes. Una cohesividad adecuada previene la segregación y garantiza una distribución homogénea de los materiales en la mezcla. (Gómez, 2020).
4. **Segregación:** Tendencia de los componentes a separarse, lo cual debe evitarse para garantizar la homogeneidad del concreto. La segregación puede conducir a una distribución desigual de los agregados y la pasta de cemento, afectando negativamente la resistencia y durabilidad del concreto. (Gómez, 2020).

5. **Exudación:** Fenómeno donde el agua asciende a la superficie del concreto recién colocado, afectando su acabado y durabilidad. La exudación excesiva puede debilitar la superficie del concreto y reducir su resistencia al desgaste. (Gómez, 2020).

Además de estas propiedades, es importante considerar factores como la temperatura del concreto fresco, ya que influye en el tiempo de fraguado y en la trabajabilidad de la mezcla. El fraguado puede acelerarse a altas temperaturas y ralentizarse a bajas.

2.2.8 Propiedades Del Concreto En Estado Endurecido.

Cuando la mezcla de cemento, agregados y agua fragua y se endurece, éste es el producto final. En esta etapa, el concreto ha adquirido sus propiedades mecánicas y físicas definitivas, las cuales determinan su desempeño y durabilidad en las estructuras. En seguida se indican las principales características del concreto endurecido:

1. **Resistencia a la compresión:** Tiempo que tarda el concreto en agrietarse o deformarse permanentemente cuando se somete a fuerzas de compresión. Esta propiedad es fundamental para el diseño estructural, ya que el concreto es especialmente eficiente bajo esfuerzos de compresión. (Apaza & Ysarbe, 2019).
2. **Resistencia a la flexión:** Habilidad del concreto para resistir esfuerzos de flexión o doblado sin agrietarse. Es particularmente relevante en elementos como vigas y losas que están sujetos a cargas transversales. (Apaza & Ysarbe, 2019).
3. **Durabilidad:** La durabilidad y practicidad del concreto a medida que envejece, resistiendo la acción de agentes ambientales agresivos como ciclos de congelación y deshielo, exposición a sulfatos, cloruros y otros químicos que puedan deteriorarlo. (Flores P. P., 2020).
4. **Permeabilidad:** Grado en el que el concreto permite el paso de líquidos o gases a través de su masa. Una baja permeabilidad es deseable para prevenir la entrada de



sustancias que puedan causar corrosión en las armaduras de acero o degradar la matriz del concreto. (Perez, 2021).

5. **Densidad:** La proporción entre masa y volumen del concreto. Dependiendo de los componentes usados en la combinación y de lo bien compactados que estén, la densidad puede cambiar y afectar a cualidades como la resistencia y la durabilidad. (Ibáñez, 2023).
6. **Módulo de elasticidad:** Una medida de la rigidez del concreto, o de su capacidad para flexionarse elásticamente cuando se aplican pesos. El concreto con un módulo de elasticidad alto se considera menos flexible y más rígido. (Chinchay & Sanchez, 2022).
7. **Resistencia al desgaste y abrasión:** Aptitud del concreto para resistir la erosión superficial causada por el tráfico, la fricción o acciones mecánicas repetidas. Es crucial en pavimentos, pisos industriales y otras superficies expuestas a uso intenso. (Chinchay & Sanchez, 2022).



2.3 Marco Conceptual.

2.3.1 Concreto

El cemento, el agua, los áridos (tanto finos como gruesos) y los aditivos (aditivos opcionales que mejoran las propiedades del material) son los componentes principales del concreto. Su gran resistencia a la compresión, resiliencia y flexibilidad lo convierten en un componente esencial para el desarrollo de infraestructuras. La calidad del concreto depende de la relación entre sus componentes y el proceso de curado, que permite la reacción química del cemento con el agua para formar una masa endurecida y estable. En investigaciones recientes, se ha explorado la sustitución parcial de agregados en el concreto con materiales reciclados o subproductos industriales. (Adrián, 2023)

2.3.2 Cemento.

Uno de los componentes del concreto es el cemento, que actúa como aglutinante y, al mezclarse con agua, permite el proceso de hidratación que endurece el concreto. Este material se obtiene mediante la calcinación de piedra caliza y arcilla, los cuales se muelen y procesan para formar un material llamado clínker. Debido a su gran resistencia y a su idoneidad para la mayoría de las aplicaciones estructurales, el cemento Portland es la forma de cemento más utilizada en el concreto. La resistencia y durabilidad del concreto, que son esenciales para garantizar su rendimiento en diversas circunstancias ambientales. (Rodríguez, 2020)

2.3.3 Agregados

Los agregados representan el 60-80% del volumen del concreto y son esenciales para proporcionar estabilidad y resistencia. Existen dos tipos principales de agregados: AF (como arena) y AG (como grava y piedra triturada). La calidad de los agregados, su granulometría, forma, textura y dureza influyen directamente en la resistencia, trabajabilidad y durabilidad del concreto. La incorporación de materiales alternativos, se

investiga como una opción para disminuir la demanda de agregados vírgenes y mejorar la sostenibilidad del concreto (Flores C. A., 2020).

2.3.4 Grafito en polvo

El grafito en polvo es una forma finamente dividida del grafito, un alótropo del carbono caracterizado por su estructura cristalina en capas, donde los átomos de carbono se disponen en anillos hexagonales planos. Esta disposición confiere al grafito propiedades distintivas, como alta conductividad eléctrica y térmica, lubricidad y resistencia a altas temperaturas. Investigadores del ámbito de la ingeniería civil han estudiado la posibilidad de utilizar polvo de grafito como aditivo para mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas de concreto. Un ejemplo es la evaluación del efecto del polvo de grafito en las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm². Según los datos, el polvo de grafito mejoró considerablemente las resistencias a la flexión y a la compresión del concreto, atribuyéndose este efecto a la mayor fluidez y cohesión proporcionadas por el grafito en la mezcla. (Oblitas & Zelaya, 2020).

2.3.5 Fibra de acero

La adición de filamentos metálicos de alta resistencia, conocidos como fibras de acero, al concreto mejora sus propiedades mecánicas, como su resistencia a la compresión, la tracción y la flexión. Estas fibras actúan como refuerzo secundario, controlando la formación y propagación de fisuras, y aumentando la ductilidad y tenacidad del material. (Sandoval, 2022).

2.3.6 Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión de un material es su capacidad para soportar esfuerzos que tienden a hacerlo más pequeño, es decir, su habilidad para resistir esfuerzos de compresión sin experimentar fallas o fracturas. En el contexto del concreto, esta propiedad es fundamental, ya que determina la calidad y la capacidad del material para



soportar las cargas estructurales a las que será sometido. La resistencia a la compresión se mide aplicando una carga axial creciente sobre especímenes cilíndricos o cúbicos de concreto hasta alcanzar la falla, registrando el esfuerzo máximo soportado. (García, 2022).

2.3.7 Resistencia a flexión

La capacidad de un material para tolerar presiones que de otro modo le harían doblarse o flexionarse sin romperse se conoce como resistencia a la flexión. Cuando se aplica una fuerza transversal, Esta propiedad determina la tensión máxima que puede soportar un material antes de romperse. Las unidades de medida habituales de la presión son los megapascuales (MPa) y las libras por pulgada cuadrada (psi). La resistencia a la flexión es crucial para componentes estructurales como vigas, losas y pavimentos que deben soportar cargas distribuidas o puntuales cuando están hechos de concreto y otros materiales de construcción. Esta propiedad permite evaluar la capacidad de un material para resistir deformaciones y asegurar su desempeño y durabilidad bajo esfuerzos de flexión en aplicaciones prácticas. (Flores, 2020).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación implica la planificación detallada del proceso investigativo, en la cual se definen los métodos, procedimientos y técnicas necesarios para recopilar y analizar los datos, con el propósito de responder a las preguntas de investigación o poner a prueba las hipótesis planteadas. Este diseño abarca decisiones sobre el tipo de estudio (ya sea cualitativo, cuantitativo o mixto), el enfoque (que puede ser exploratorio, descriptivo o explicativo) y la elección de las herramientas de recolección de datos, asegurando que el estudio se desarrolle de forma coherente y controlada para obtener resultados válidos y confiables. (Creswell, 2020).

El diseño de la investigación es experimental, debido a que los datos combinados de las fuentes usadas en este estudio se adquirieron experimentalmente. Según la cantidad de mediciones, el estudio es longitudinal, ya que se examinó la resistencia mecánica del concreto a distintas edades y con distintas inclusiones de fibra de acero y polvo de grafito al diseño de la mezcla.



3.2 Método de la investigación

La metodología de investigación es el procedimiento prescrito para recopilar, analizar e interpretar datos con el fin de cumplir los objetivos de un estudio, probar hipótesis o responder a las preguntas planteadas en la investigación. Este método es la base del diseño de investigación, definiendo los pasos necesarios para asegurar que los datos obtenidos sean fiables, válidos y pertinentes al problema de estudio. Los métodos de investigación pueden ser cuantitativos, enfocados en la medición y análisis de datos numéricos para obtener resultados generalizables; cualitativos, orientados a comprender fenómenos desde una perspectiva interpretativa y contextual; o mixtos, que combinan ambos enfoques para lograr una visión más completa del fenómeno analizado. (Creswell, 2020).

El método de la investigación es científico, debido a que, con el proceso de investigación de las propiedades abordadas, es que se generan y aportan nuevos conocimientos al mejoramiento y/u optimización de las propiedades del concreto.

3.3 Nivel y tipo de la investigación

3.3.1 Nivel de la Investigación

Se refiere a la profundidad y el alcance con los que se examina un problema de investigación, determinando el tipo de conocimiento que se espera generar y los objetivos específicos que guiarán el estudio. Este nivel puede clasificarse en exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo, cada uno con un propósito particular: el nivel exploratorio busca acercarse a un fenómeno poco conocido, el descriptivo se enfoca en detallar sus características, el correlacional intenta identificar relaciones entre variables sin establecer causalidad, y el explicativo profundiza en las relaciones de causa y efecto. La selección del nivel de investigación está influida por las preguntas y objetivos del estudio, lo que ayuda a estructurar el método y el alcance de los resultados obtenidos. (Hernández Sampieri, 2020).



El nivel de la investigación es explicativo, puesto que el estudio es de causa y efecto.

3.3.2 Tipo de la investigación

Se refiere a la clasificación general del estudio según su propósito, enfoque y método de recolección de datos. Habitualmente, se categoriza en exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa. La investigación exploratoria tiene como objetivo inicial familiarizarse con un fenómeno poco conocido; la descriptiva se dedica a detallar las características específicas de dicho fenómeno; la correlacional busca identificar relaciones entre variables sin implicar causalidad, mientras que la explicativa pretende analizar relaciones de causa y efecto entre variables. Esta clasificación permite estructurar el estudio conforme a sus objetivos, estableciendo el alcance y la profundidad del análisis. (Hernández Sampieri, 2020).

La investigación es de tipo aplicada, debido a que se emplea métodos y procedimientos ya establecidos de experimentación en laboratorio.

3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

En un estudio de investigación es el conjunto total de individuos, elementos, eventos o entidades que comparten una o varias características relevantes para el propósito del estudio y sobre los cuales el investigador desea obtener datos. Este grupo, también llamado "universo", se define con base en criterios específicos establecidos por el investigador, tales como ubicación geográfica, características demográficas, condiciones o atributos particulares que son esenciales para responder a las preguntas de investigación o para probar las hipótesis planteadas. La población sirve como base para la selección de muestras que, al ser representativas, permiten que los hallazgos y conclusiones obtenidos



se extrapolen al conjunto total, proporcionando resultados generalizables y aplicables a la población en su totalidad. (Hernández Sampieri, 2020).

La población de este estudio está conformada por concretos de diseño convencional empleando grafito en polvo y fibra de acero reciclado elaborados en el distrito de San Miguel.

3.4.2 Muestra

El objetivo de seleccionar un subconjunto de una población para que sirva de muestra en la investigación es garantizar que los resultados sean representativos del conjunto. Esta selección es fundamental para el análisis, ya que permite obtener información de manera más eficiente y práctica que estudiar toda la población. Para que los resultados sean válidos y generalizables, la muestra debe ser cuidadosamente elegida y ser representativa, reflejando los atributos principales de la población en términos de criterios específicos como demografía, comportamiento, o características relacionadas con el objetivo de la investigación. La selección de una muestra adecuada es clave en cualquier estudio, ya que los datos y conclusiones obtenidos dependen de la precisión con que la muestra represente a la población total. (Hernández Sampieri, 2020).

Las muestra de esta investigación están constituidas por las muestras de un concreto de diseño convencional, el cual se elaboró con agregados de la cantera Unocolla, al cual se le adiciono grafito en polvo y fibra de acero reciclado, el cual está constituido por un total de 238 muestras elaboradas en el distrito de San Miguel

MP: Muestra Patrón

GP: Grafito en Polvo

FAR: Fibra de Acero Reciclado

Tabla 2*Muestras destinadas al ensayo del cono de Abrams*

Mezclas	Ensayo de Asentamiento		Pruebas de
			Cono de Abrams
0.00%			4
0.50% GP			4
1.00% GP			4
2.00% GP			4
1.00% FAR			4
2.50% FAR			4
5.00% FAR			4
		Total	28

Se realizaron 28 pruebas de asentamiento mediante el cono de Abrams, evaluando una mezcla control (0.00%) y seis con grafito en polvo (GP: 0.50%, 1.00%, 2.00%) y fibra de acero reciclado (FAR: 1.00%, 2.50%, 5.00%), con cuatro repeticiones por mezcla.

Tabla 3*Muestras para el ensayo de resistencia a la compresión*

Mezclas	Rotura de Resistencia a la Compresión			Numero de Testigos
	7 Días	14 Días	28 Días	Briqueta 6" x 12"
0.00%	5	5	5	15
0.50% GP	5	5	5	15
1.00% GP	5	5	5	15
2.00% GP	5	5	5	15
1.00% FAR	5	5	5	15
2.50% FAR	5	5	5	15
5.00% FAR	5	5	5	15
			Total	105

Se evaluaron 105 briquetas de concreto de 6" x 12" en la prueba de resistencia a la compresión, considerando una mezcla control (0.00%) y seis con adiciones de grafito en polvo (GP: 0.50%, 1.00%, 2.00%) y fibra de acero reciclado (FAR: 1.00%, 2.50%, 5.00%). Cada mezcla tuvo 15 testigos distribuidos en pruebas a los 7, 14 y 28 días de curado, con cinco repeticiones por periodo.

Tabla 4*Muestras para el ensayo de resistencia a flexión*

Mezclas	Rotura de Resistencia a la Flexión			Numero de Testigos
	7 Días	14 Días	28 Días	Viga
0.00%	5	5	5	15
0.50% GP	5	5	5	15
1.00% GP	5	5	5	15
2.00% GP	5	5	5	15
1.00% FAR	5	5	5	15
2.50% FAR	5	5	5	15
5.00% FAR	5	5	5	15
			Total	105

Se realizaron 105 pruebas a flexión, considerando una mezcla control (0.00%) y seis con adiciones de grafito en polvo (GP: 0.50%, 1.00%, 2.00%) y fibra de acero reciclado (FAR: 1.00%, 2.50%, 5.00%). Cada mezcla incluyó 15 testigos, con cinco ensayos a los 7, 14 y 28 días de curado.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación para la recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Son los métodos y procedimientos específicos que los investigadores emplean para obtener la información necesaria de la población o muestra seleccionada en un estudio. Estos métodos permiten recopilar datos de forma ordenada y metódica, garantizando que el material es correcto, pertinente y útil para abordar las preguntas de la investigación o evaluar las hipótesis. Las técnicas de recolección de datos pueden incluir encuestas, entrevistas, observaciones y análisis de documentos, y su elección depende del tipo de investigación, los objetivos del estudio y su metodología, incluidos sus componentes mixtos, cualitativos y cuantitativos. (Sampieri, 2019).

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los estudios de investigación se basan en instrumentos de recogida de datos, que son las herramientas precisas utilizadas para reunir y documentar la información necesaria.



Estos instrumentos, como cuestionarios, guías de entrevista, listas de observación y escalas de medición, permiten estructurar la obtención de datos de forma ordenada y estandarizada, facilitando la comparación, análisis e interpretación de los resultados. La selección de los instrumentos adecuados depende del tipo de investigación, los objetivos del estudio y las características de la población o muestra, y su correcta elaboración es esencial para asegurar la validez y confiabilidad de los datos recolectados. (Sampieri, 2019).

3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de los instrumentos

Según Sampieri, Collado y Lucio (2019), la validación de los instrumentos consiste en "un proceso que busca asegurar que el instrumento realmente mida lo que se desea estudiar y que los resultados obtenidos sean precisos y consistentes. Este proceso incluye procedimientos como la revisión de expertos y pruebas piloto". La validación es fundamental para garantizar la validez y confiabilidad de los datos que se recolectarán en una investigación.

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

De acuerdo con Sampieri, Collado y Lucio (2019), El grado en que un instrumento proporciona resultados fiables y coherentes al medir una variable se conoce como fiabilidad del instrumento, es decir, la capacidad del instrumento para obtener los mismos resultados en aplicaciones repetidas bajo condiciones similares" (p. 229). La confiabilidad se verifica mediante métodos estadísticos, como el alfa de Cronbach, que permiten evaluar la precisión de los datos obtenidos.

3.7 Procesamiento

3.7.1 Muestreo de agregados

En A lo largo del proceso de muestreo de los áridos se seleccionan y extraen muestras que reflejen de forma adecuada y coherente todo el depósito aluvial de los materiales. Este proceso es necesario para certificar la precisión y el calibre de los hallazgos en el análisis de áridos del concreto. El despiece, el uso de divisores mecánicos y el microapilamiento son algunas de las diversas técnicas de muestreo.

Además, se recogen datos, se pesan las muestras y se marcan, y se toman muestras de residuos mineros en los lugares de muestreo. A continuación, las muestras se envían al laboratorio.

Figura 3

Materiales para la elaboración del concreto



La imagen evidencia los materiales necesarios para el concreto



3.7.2 *Etapa de laboratorio*

- a. **Análisis granulométrico.** El objetivo es averiguar la distribución uniforme de las partículas en una sustancia granular como los áridos o la tierra. Según las normas ASTM D-422 y MTC E 107, esta prueba determina la clasificación del suelo mediante el cribado de sus partículas.

Procedimiento:

- **Preparación de la muestra:** consiste en extraer una cantidad suficiente de la muestra y secarla para eliminar cualquier resto de humedad.
- **Tamizado:** incluye el uso de un tamiz de 75 micras (número 200), el primero de una secuencia de tamices con aberturas cada vez más pequeñas, para filtrar el material seco, empezando por un tamiz de 3 pulgadas. De este modo, podemos clasificar las partículas según su tamaño y separarlas en consecuencia.
- **Pesaje:** Se mide el peso del material residual de cada tamiz. Con los datos obtenidos se calcula el porcentaje de material retenido en cada fracción de tamaño.
- **Curva de gradación:** se construye examinando cuánto material se mantiene en cada fracción de tamaño.

Figura 4

Tamizado de los agregados

En la imagen se muestra el tamizado de los agregados finos y gruesos.

Cálculo:

Dividiendo el peso del material que queda en cada tamiz por el peso total de la muestra y multiplicando el resultado por 100, los resultados pueden expresarse en porcentaje. A partir de estos porcentajes se genera una curva de clasificación que representa la distribución granulométrica de la muestra. A partir de estos porcentajes se genera una curva de clasificación que representa la distribución granulométrica de la muestra.

- b. Caracterización de agregados:** A continuación, los materiales que se iban a probar se sometieron a ensayos físico-mecánicos para recopilar datos para los diseños combinados.

Procedimientos:

- Pruebas físicas a la grava
- Pruebas físicas a la arena

Tabla 5

Propiedades físicas de las gravas y arenas

Propiedades Físicas	Ag. Gruesos (Natural)	Ag. Finos (Natural)
P.e de Sólidos	-	-
P.e SSS	2.55	2.59
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1619	1692
P.U. Suelto	1501	1588
% Absorción	1.84	2.67
% Hum. Natural	2.94	6.65
Módulo de Fineza	-	2.90

La tabla muestra que los agregados gruesos tienen un peso específico SSS de 2.55, una absorción de 1.84% y una humedad natural de 2.94%, mientras que los finos tienen un SSS de 2.59, una absorción de 2.67%, una humedad natural de 6.65% y un módulo de fineza de 2.90.

c. Ensayo de abrasión Los Ángeles. Según las directrices establecidas por ASTM C-131 y MTC E 207, este ensayo está diseñado para determinar el valor porcentual de la resistencia al desgaste de los materiales granulares gruesos.

Procedimiento:

- **Preparación de la muestra:** consiste en extraer un volumen suficiente de muestra de grava.
- **Inserción de la muestra:** cargado en el tambor de la máquina de Los Ángeles entre otras esferas de acero.
- **Rotación del tambor:** sufre un movimiento de rotación a intervalos y ritmos predeterminados.
- **Pesaje:** Contando la cantidad de material que queda en cada tamiz después de la prueba, podemos determinar el porcentaje de disminución de peso.

Tabla 6

Valor porcentual de resistencia al desgaste de AGN y AGR (CNR)

Agregados	Pesos secos iniciales	Pérdida (%)	Especificación (%)	Decisión
AGN	5000	19.89	<50	Cumple
RM	5000	34.59	<50	Cumple

- d. **Diseño de mezclas.** El objetivo de esta técnica, que se rige por la norma ACI 211, es determinar la cantidad y/o el porcentaje de cada ingrediente que se añade al concreto durante la fase de mezcla seca.

Tabla 7

Componentes para un esfuerzo de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$.

Componente	Proporciones de materiales para 210 kg/cm^2			
	Dosificación en pesos secos (kg/m^3)	Prop. en vol. secos	Dosificación en húmedos (kg/m^3)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	1.67	0.46
Ag. Grueso	988	2.70	1017	2.78
Ag. Fino	670	1.83	715	1.95
Aire	2.0%	-	2.0%	-

En estado seco y húmedo, se muestran las cantidades de peso y volumen necesarias para una mezcla de concreto con una resistencia de diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Tiene un 2% de componente de aire además de cemento, agua, áridos finos y gruesos y otros ingredientes.

3.7.3 Preparación de Mezclas de Prueba

A lo largo del estudio se utilizan nomenclaturas y/o acrónimos cuyo significado se resume a continuación:

- CP: Concreto Patrón de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- CP + 0.5% PR: adición de 0.5% de plástico reciclado.
- CP + 1.0% PR: adición de 1.0% de plástico reciclado.
- CP + 2.0% PR: adición de 2.0% de plástico reciclado.
- CP + 0.5% PR: adición de 1.0% de fibra de acero reciclado.
- CP + 1.0% PR: adición de 2.5% de fibra de acero reciclado.
- CP + 2.0% PR: adición de 5.0% de fibra de acero reciclado.

3.7.4 Prueba de Asentamiento

Esta prueba se realizó de conformidad con la NTP 339.035, cuyo objetivo es definir la consistencia de la nueva mezcla de concreto.

Figura 5

Prueba de asentamiento de concretos frescos



En la imagen se muestra el desarrollo de la prueba de asentamiento del concreto en su estado fresco.

3.7.5 Prueba de Rotura a compresión de las briquetas

En este caso, se aplican presiones de compresión axial a una probeta normalizada en cantidades progresivamente mayores hasta alcanzar el fallo. Si se quiere saber si el material es bueno para fines estructurales, esta medida es crucial.

Figura 6

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto



En la imagen se muestra la rotura de una briqueta mediante la prueba de resistencia a la compresión del concreto

3.7.6 Prueba de Rotura a flexión de las briquetas

La prueba de rotura a flexión de las vigas es un ensayo que mide la resistencia a la tracción del concreto al someter una viga simplemente apoyada a cargas aplicadas en los tercios de su luz. Este ensayo determina el módulo de rotura, expresado en megapascales (MPa), y se realiza siguiendo normas como la NTP 339.078, Define los pasos que hay que seguir para comprobar la resistencia a flexión de una viga de concreto.

Figura 7

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto



En la imagen se evidencia el momento de rotura de la viga, para la prueba de resistencia a flexión del concreto.



3.7.7 Etapa de Gabinete

Este paso implica analizar e interpretar la información obtenida (datos físicos de agregados), lo que incluye clasificar, organizar y clasificar de forma sistemática la información procedente de fuentes secundarias. Esto incluye informes, artículos y documentos.

La extracción de conclusiones, la creación de afirmaciones y la verificación de los datos recopilados dependen de este proceso crucial. Una vez recopilados los datos de fuentes primarias o sobre el terreno, se completa esta etapa, denominada análisis de datos. Es una etapa esencial en el desarrollo de la investigación en muchos campos.

3.8 Matriz de Consistencia

La matriz de coherencia se encuentra en la sección B de la publicación y ofrece una sinopsis o extracto del tema general estudiado.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados Obtenidos

Para nuestro estudio, comenzamos estableciendo el orden óptimo para desarrollar cada fase y, seguidamente, realizamos un análisis detallado y sintetizado de los datos obtenidos. Se han realizado varias investigaciones y pruebas para determinar la calidad de la mezcla y evaluar las características físicas y mecánicas de los áridos. La composición de la mezcla se ve afectada por estas pruebas, que tienen en cuenta las cualidades de los componentes. La evaluación experimental de la resistencia a la compresión del concreto llevó a las siguientes conclusiones: el rendimiento de diseño de la mezcla se ve directamente afectado por los resultados de las pruebas, que a su vez se ven afectados por la adición o sustitución de grafito en polvo y fibra de acero reciclada en la mezcla de concreto.

4.1.1 Características Físicas del agregado de cantera

4.1.1.1 Pesos específicos y absorciones

Tabla 8

Peso específicos y absorciones de agregados de cantera Unocolla.

Peso Específicos y Absorciones		
	Pesos específicos (gr/cm ³)	Absorciones (%)
Arenas	2.57	2.76
Gravas	2.54	1.79

La tabla muestra que las arenas de la cantera Unocolla tienen un peso específico de 2.57 gr/cm³ y una absorción de 2.76%, mientras que las gravas tienen un peso específico de 2.54 gr/cm³ y una absorción de 1.79%.

4.1.1.2 Pesos Unitarios y Contenido de Humedad

Tabla 9

Pesos específicos y absorciones de agregados de cantera Unocolla.

Peso Unitario y Contenido de Humedad			
	Suelto (gr)	Varillado (gr)	Humedad (%)
Arena	1612	1717	5.04
Grava	1507	1622	2.15

La tabla presenta el peso unitario y contenido de humedad de los agregados de la cantera Unocolla. La arena tiene un peso unitario de 1612 g en estado suelto y 1717 g varillado, con una humedad de 5.04%. La grava presenta un peso unitario de 1507 g suelta y 1622 g varillada, con una humedad de 2.15%.

4.1.1.3 Análisis granulométrico de Grava

Tamizado del agregado grueso 3500 gr.

Tabla 10

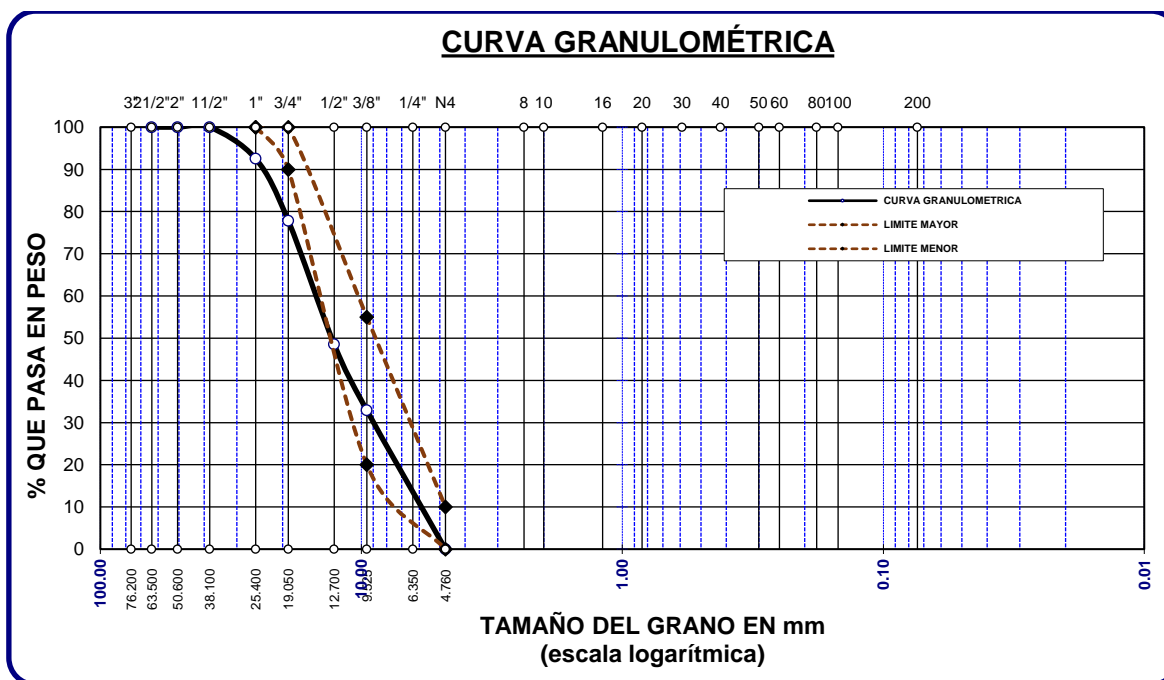
Análisis granulométrico de agregados gruesos

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIF.
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	262.00	7.49	7.49	92.51	100 %
3/4"	19.050	514.00	14.69	22.17	77.83	90 - 100 %
1/2"	12.700	1026.00	29.31	51.49	48.51	
3/8"	9.525	547.00	15.63	67.11	32.89	20 - 55 %
1/4"	6.350					
No4	4.760	1135.00	32.43	99.54	0.46	0 - 10 %
BASE		16.00	0.46	100.00	0.00	
TOTAL		3500.00	100.00			
% PERDIDA		0.46				

En el cuadro se evidencia el tamizado de los agregados gruesos

Figura 8

Análisis granulométrico de agregados gruesos



En la figura se muestra el tamizado de los agregados gruesos.

4.1.1.4 Análisis granulométrico de Arena

Tamizado del agregado grueso 500 gr.

Tabla 11

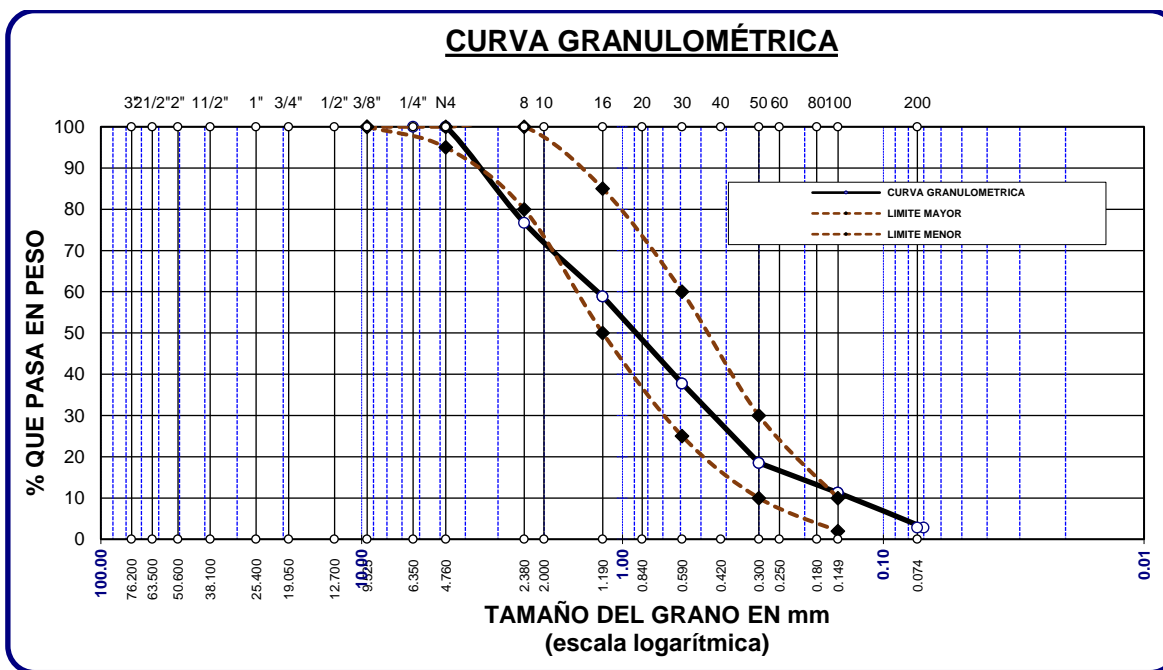
Análisis granulométrico de agregados finos

TAMIZ ASTM	ABERT. mm	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIF.
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100%
No8	2.380	116.36	23.27	23.27	76.73	80 - 100%
No16	1.190	89.36	17.87	41.14	58.86	50 - 85%
No30	0.590	105.45	21.09	62.23	37.77	25 - 60%
No 50	0.300	96.26	19.25	81.49	18.51	10 - 30%
No100	0.149	36.25	7.25	88.74	11.26	2 - 10%
No200	0.074	42.16	8.43	97.17	2.83	-
BASE		14.16	2.83	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		2.83				

En el cuadro se evidencia el tamizado de los agregados gruesos

Figura 9

Curva de gradación de las arenas



En la figura se muestra el tamizado de los agregados finos.

4.1.2 Características Mecánicas del Agregado de la Cantera Unocolla

En la prueba de desgaste de los materiales de la Cantera Unocolla determina las propiedades mecánicas del árido.

Tabla 12

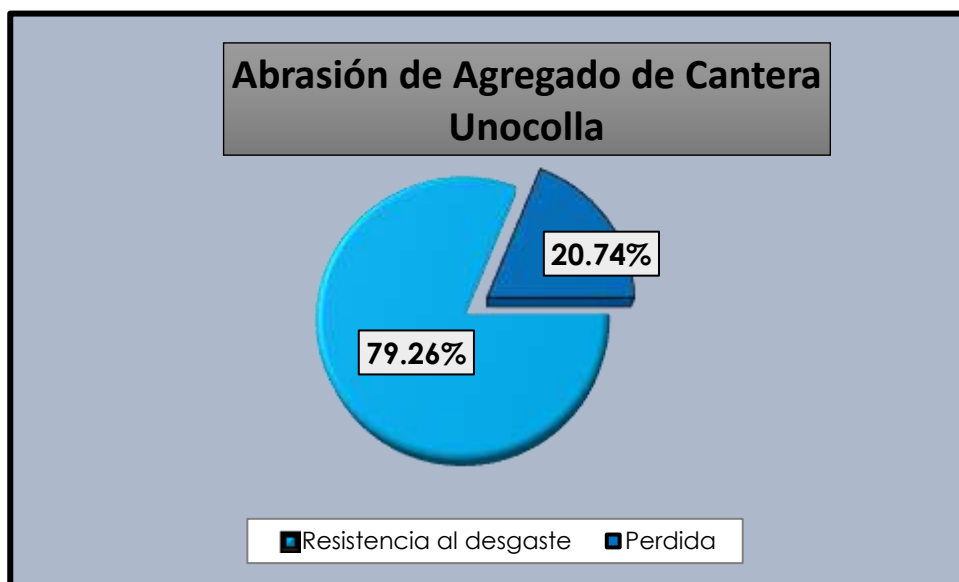
Resistencia al desgaste de agregados de cantera Unocolla

Abrasión de Agregados Naturales	
Gradación	Muestra 1
1 1/2" - 1"	1236.00
1" - 3/4"	1242.00
3/4" - 1/2"	1252.00
1/2" /3/8"	1247.00
Resistencia al desgaste	79.26%
Perdida	20.74%

El valor de desgaste del agregado, que es del 18,99%, se muestra junto con su valor de pérdida porcentual.

Figura 10

Desgaste del agregado natural de cantera Unocolla



La figura muestra un gráfico de abstracción del agregado de la cantera Unocolla, con una pérdida del 20.74% y una resistencia al desgaste del 79.26%, indicando una buena durabilidad para su uso en concreto.

4.2 Proporción de materiales según diseño de mezclas

4.2.1 Diseño de mezclas de concreto patrón

Tabla 13

Proporción de componentes para concretos de orden

Proporciones de materiales para 210 kg/cm ²				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	690	1.89	725	1.98
Aire	2.00%	-	2.00%	-

El cuadro evidencia las cantidades de materiales para un concreto de 210 kg/cm². Incluye cemento, AG, AF, agua y aire, con valores de dosificación en peso y volumen, tanto en condiciones secas como húmedas.

4.2.2 Diseño de mezclas del concreto patrón + 0.5% de grafito en polvo

Tabla 14

Cantidad de material con adición de 0.5% de grafito en polvo

f'c=210 kg/cm ² + 0.5% de Grafito en Polvo				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	690	1.89	725	1.98
Grafito en Polvo	1.83	0.005	1.83	0.005
Aire	2.00%	-	2.00%	-

La tabla muestra las proporciones para un concreto de 210 kg/cm² con 0.5% de grafito en polvo, detallando las dosificaciones en peso seco y húmedo y su proporción en volumen.

4.2.3 Diseño de mezclas del concreto patrón + 1.0% de grafito en polvo

Tabla 15

Cantidad de material con adición de 1.0% de grafito en polvo

f'c=210 kg/cm² + 1.0% de Grafito en Polvo				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	690	1.89	725	1.98
Grafito en Polvo	3.66	0.01	3.66	0.01
Aire	2.00%	-	2.00%	-

La tabla muestra las proporciones para un concreto de 210 kg/cm² con un 1.0% de grafito en polvo, detallando las dosificaciones en peso seco y húmedo y su proporción en volumen.

4.2.4 Diseño de mezclas del concreto patrón + 2.0% de grafito en polvo

Tabla 16

Cantidad de material con adición de 2.0% de grafito en polvo

f'c=210 kg/cm² + 2.0% de Grafito en Polvo				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	690	1.89	725	1.98
Grafito en Polvo	7.32	0.02	7.32	0.02
Aire	2.00%	-	2.00%	-

La tabla muestra las proporciones para un concreto de 210 kg/cm² con 2.0% de grafito en polvo, detallando las dosificaciones en peso seco y húmedo y su proporción en volumen.

4.2.5 Diseño de mezclas del concreto patrón + 1.0% de fibra de acero reciclado

Tabla 17

Cantidad de material con adición de 1.0% de fibra de acero reciclado

f'c=210 kg/cm² + 1.0% de fibra de acero reciclado				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	683.10	1.87	717.75	1.96
Fibra de Acero Reciclado	6.90	0.02	7.25	0.02
Aire	2.00%	-	2.00%	-

La tabla muestra las proporciones para un concreto de 210 kg/cm² con 1.0% de fibra de acero reciclado, detallando las dosificaciones en peso seco y húmedo y su proporción en volumen.

4.2.6 Diseño de mezclas del concreto patrón + 2.5% de fibra de acero reciclado

Tabla 18

Cantidad de material con adición de 2.5% de fibra de acero reciclado

f'c=210 kg/cm² + 2.5% de fibra de acero reciclado				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	672.75	1.84	706.88	1.93
Fibra de Acero Reciclado	17.25	0.05	18.13	0.05
Aire	2.00%	-	2.00%	-

La tabla muestra las proporciones para un concreto de 210 kg/cm² con un 2.5% de fibra de acero reciclado, detallando las dosificaciones en peso seco y húmedo y su proporción en volumen.

4.2.7 Diseño de mezclas del concreto patrón + 5% de fibra de acero reciclado

Tabla 19

Cantidad de material con adición de 5% de fibra de acero reciclado

f'c=210 kg/cm² + 5.0% de fibra de acero reciclado				
Componente	Dosificación en pesos secos (kg/m ³)	Prop. en vol. secos	Dosificación en pesos húmedos (kg/m ³)	Prop. en vol. húmedos
Cemento	366	1	366	1
Agua	205	0.56	186	0.51
Ag. Grueso	961	2.62	982	2.68
Ag. Fino	655.50	1.80	688.75	1.88
Fibra de Acero Reciclado	34.50	0.09	36.25	0.10
Aire	2.00%	-	2.00%	-

La tabla muestra las proporciones para un concreto de 210 kg/cm² con 5.0% de fibra de acero reciclado, detallando las dosificaciones en peso seco y húmedo y su proporción en volumen.

4.3 Asentamiento del Concreto Convencional (Slump)

4.3.1 Asentamiento del concreto convencional

Tabla 20

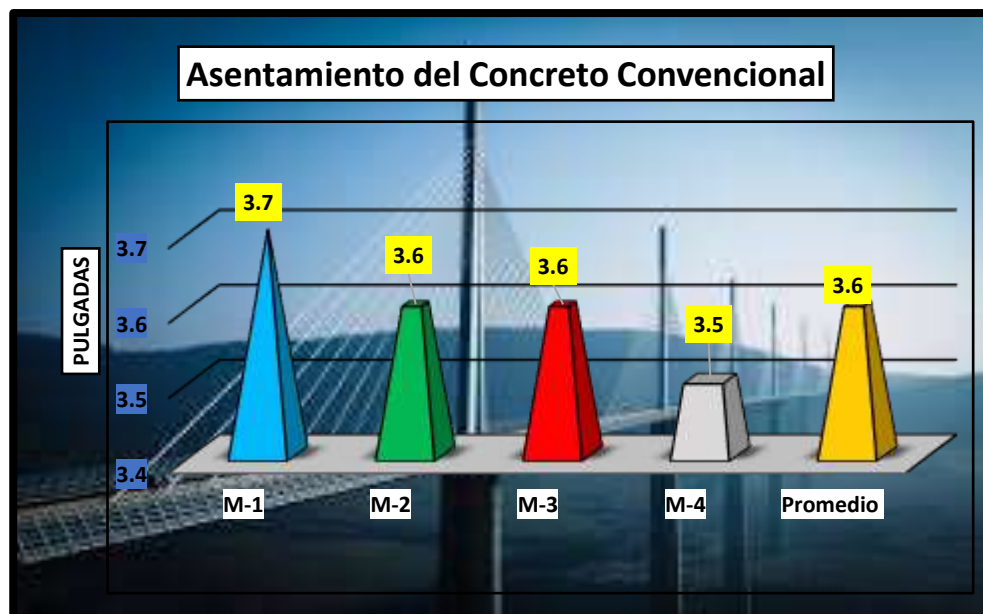
Asentamientos de la mezcla de concreto convencional

Asentamiento del Concreto Convencional				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón	(3-4)	210	3.7
M-2	Concreto Patrón		210	3.6
M-3	Concreto Patrón		210	3.6
M-4	Concreto Patrón		210	3.5
Promedio			-	3.6

En la tabla se evidencia el slump del concreto convencional (f'c=210 kg/cm²), con valores entre 3.5 y 3.7 pulgadas y un promedio de 3.6, cumpliendo el rango de trabajabilidad (3-4 pulgadas).

Figura 11

Asentamiento de la mezcla del concreto convencional



La figura evidencia los asentamientos del concreto convencional, con valores entre 3.5 y 3.7 pulgadas y un promedio de 3.6, indicando trabajabilidad uniforme.

4.3.2 Asentamiento del concreto patrón + Grafito en Polvo

4.3.2.1 Asentamiento del concreto patrón + 0.5% de Grafito en Polvo

Tabla 21

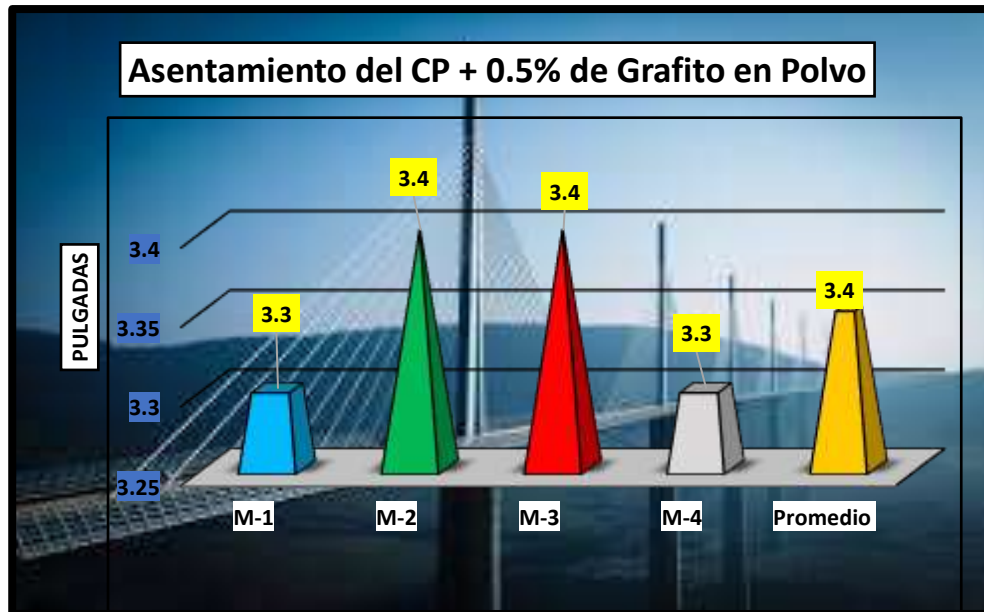
Asentamiento del concreto con 0.5% de Grafito en Polvo

Asentamiento del Concreto Convencional + 0.5% de Grafito en Polvo				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo	(3-4)	210	3.3
M-2	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo		210	3.4
M-3	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo		210	3.4
M-4	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo		210	3.3
Promedio			-	3.4

La tabla evidencia los valores de asentamiento (slump) del concreto con 0.5% de grafito en polvo, con un rango de 3.3 a 3.4 pulgadas y un promedio de 3.4, el cual se encuentra dentro del rango establecido (3-4 pulgadas).

Figura 12

Consistencia del concreto con 0.5% de Grafito en Polvo



La figura evidencia el asentamiento del concreto con 0.5% de grafito, con valores entre 3.3 y 3.4 pulgadas y un promedio de 3.4, reflejando consistencia uniforme.

4.3.2.2 Consistencia del concreto patrón + 1.0% de Grafito en Polvo

Tabla 22

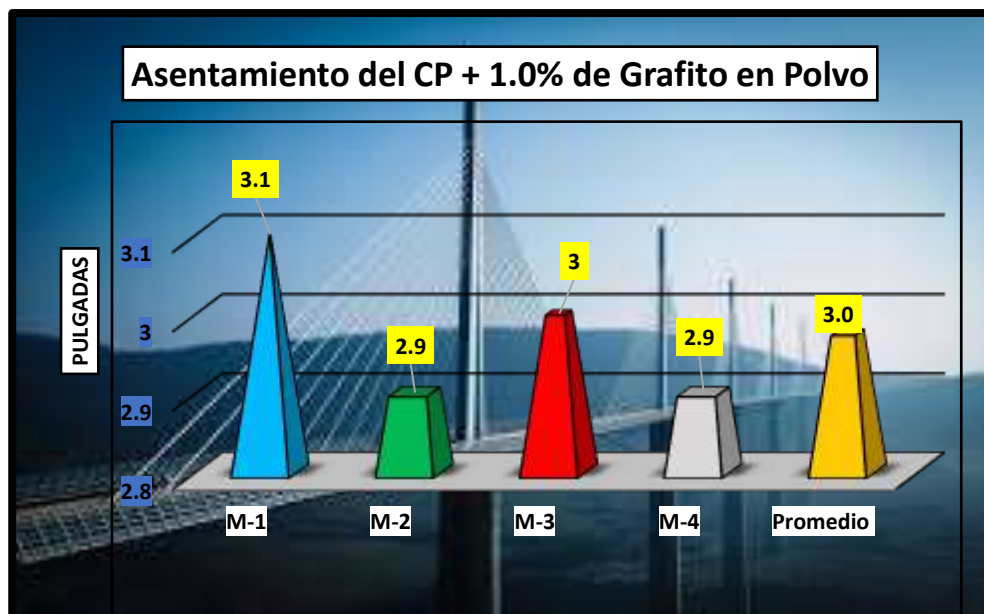
Asentamiento del concreto con 1.0% de Grafito en Polvo

Asentamiento del Concreto Convencional + 1.0% de Grafito en Polvo				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm2)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo	(3-4)	210	3.1
M-2	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	2.9
M-3	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	3
M-4	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	2.9
Promedio			-	3.0

La tabla evidencia los valores de asentamiento (slump) del concreto con 1.0% de grafito en polvo, con un rango de 2.9 a 3.1 pulgadas y un promedio de 3.0, el cual se encuentra dentro del rango establecido (3-4 pulgadas).

Figura 13

Consistencia del concreto con 1.0% de grafito en polvo



La figura evidencia el asentamiento del concreto con 1.0% de grafito, el cual obtuvo un asentamiento promedio de 3.0, reflejando consistencia uniforme.

4.3.2.3 Consistencia del concreto patrón + 2.0% de Grafito en Polvo

Tabla 23

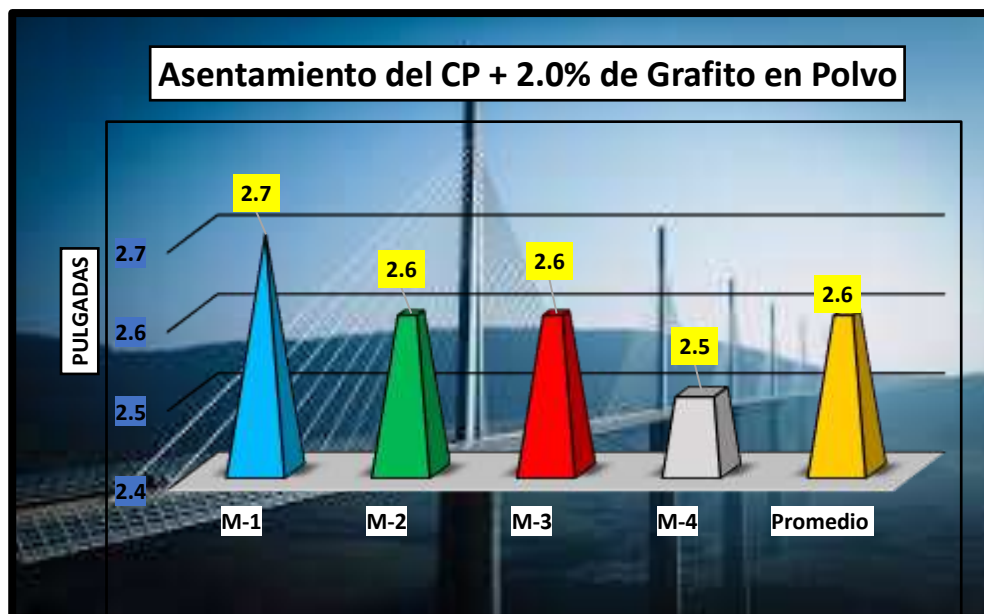
Asentamiento del concreto con 2.0% de Grafito en Polvo

Asentamiento del Concreto Convencional + 2.0% de Grafito en Polvo				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo	(3-4)	210	2.7
M-2	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.6
M-3	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.6
M-4	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.5
Promedio			-	2.6

La tabla evidencia los valores de asentamiento (slump) del concreto con 2.0% de grafito en polvo, con un rango de 2.5 a 2.4 pulgadas y un promedio de 2.6", el cual se encuentra por debajo del rango establecido (3-4 pulgadas).

Figura 14

Consistencia del concreto con 2.0% de grafito en polvo



La figura evidencia el asentamiento del concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual obtuvo un asentamiento promedio de 2.6", reflejando consistencia más seca y menos trabajable.

4.3.3 Asentamiento del concreto patrón + Fibra de Acero Reciclado

4.3.3.1 Consistencia del concreto patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado

Tabla 24

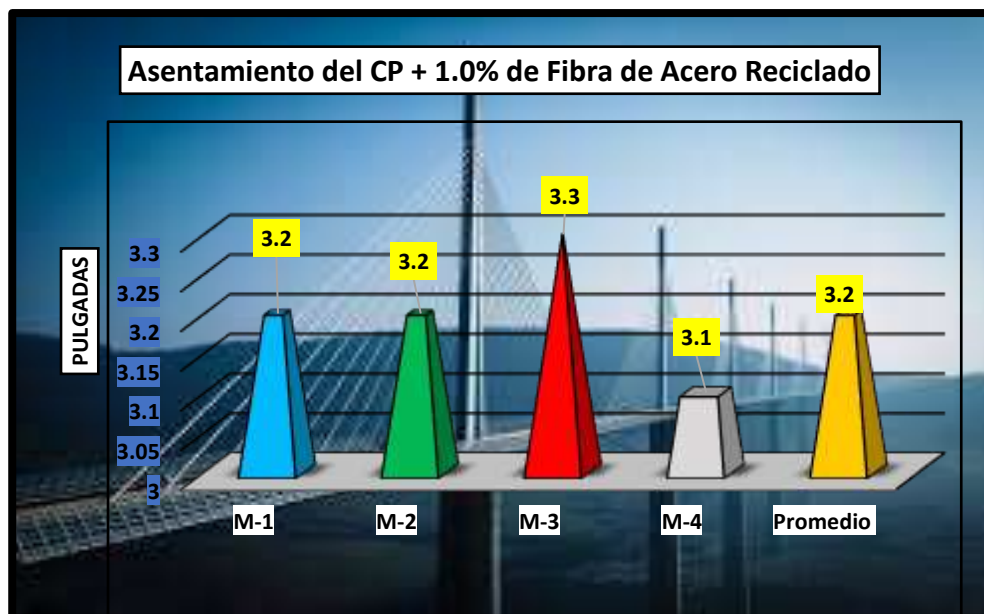
Asentamiento del concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado

Asentamiento del Concreto Convencional + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	CP + 1.0% de FAR	(3-4)	210	3.2
M-2	CP + 1.0% de FAR		210	3.2
M-3	CP + 1.0% de FAR		210	3.3
M-4	CP + 1.0% de FAR		210	3.1
Promedio			-	3.2

La tabla evidencia los valores de asentamiento (slump) del concreto con 1.0% de fibra de acero reciclado, con un rango de 3.1 a 3.3 pulgadas y un promedio de 3.2", el cual se encuentra dentro del rango establecido (3-4 pulgadas).

Figura 15

Consistencia del concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado



La figura evidencia el asentamiento del concreto con 1.0% de fibra de acero reciclado, el cual obtuvo un asentamiento promedio de 3.2", reflejando consistencia uniforme y trabajable.

4.3.3.2 Consistencia del concreto patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado

Tabla 25

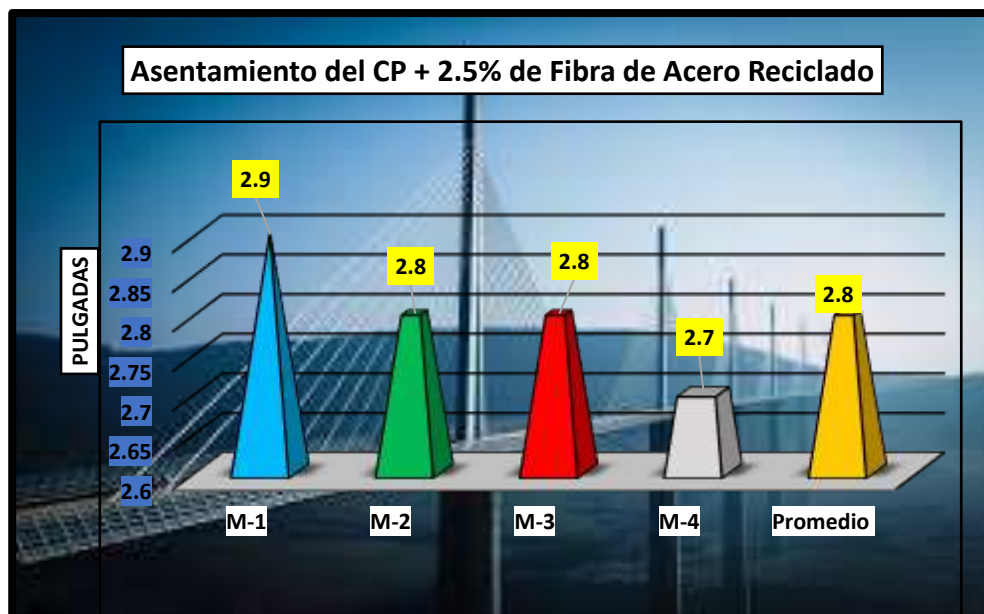
Asentamiento del concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado

Asentamiento del Concreto Convencional + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 2.5% de FAR	(3-4)	210	2.9
M-2	Concreto Patrón + 2.5% de FAR		210	2.8
M-3	Concreto Patrón + 2.5% de FAR		210	2.8
M-4	Concreto Patrón + 2.5% de FAR		210	2.7
Promedio			-	2.8

La tabla evidencia los valores de asentamiento (slump) del concreto con 2.5% de fibra de acero reciclado, con un rango de 2.7 a 2.9 pulgadas y un promedio de 2.8", el cual se encuentra por debajo del rango establecido (3-4 pulgadas).

Figura 16

Consistencia del concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado



La figura evidencia el asentamiento del concreto con 2.5% de fibra de acero reciclado, el cual obtuvo un asentamiento promedio de 2.8", reflejando consistencia más seca y menos trabajable.

4.3.3.3 Consistencia del concreto patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado

Tabla 26

Asentamiento del concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado

Asentamiento del Concreto Convencional + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado				
N°	Mezcla	Rango	f'c (kg/cm2)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 5.0% de FAR	(3-4)	210	2.3
M-2	Concreto Patrón + 5.0% de FAR		210	2.4
M-3	Concreto Patrón + 5.0% de FAR		210	2.3
M-4	Concreto Patrón + 5.0% de FAR		210	2.1
Promedio			-	2.3

La tabla evidencia los valores de asentamiento (slump) del concreto con 5.0% de fibra de acero reciclado, con un rango de 2.1 a 2.4 pulgadas y un promedio de 2.3", el cual se encuentra por debajo del rango establecido (3-4 pulgadas).

Figura 17

Consistencia del concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado



La figura evidencia el asentamiento del concreto con 5.0% de fibra de acero reciclado, el cual obtuvo un asentamiento promedio de 2.3", reflejando consistencia más seca y menos trabajable.

4.4 Resistencia a la compresión del concreto convencional

4.4.1 Resistencia a compresión del concreto patrón

Tabla 27

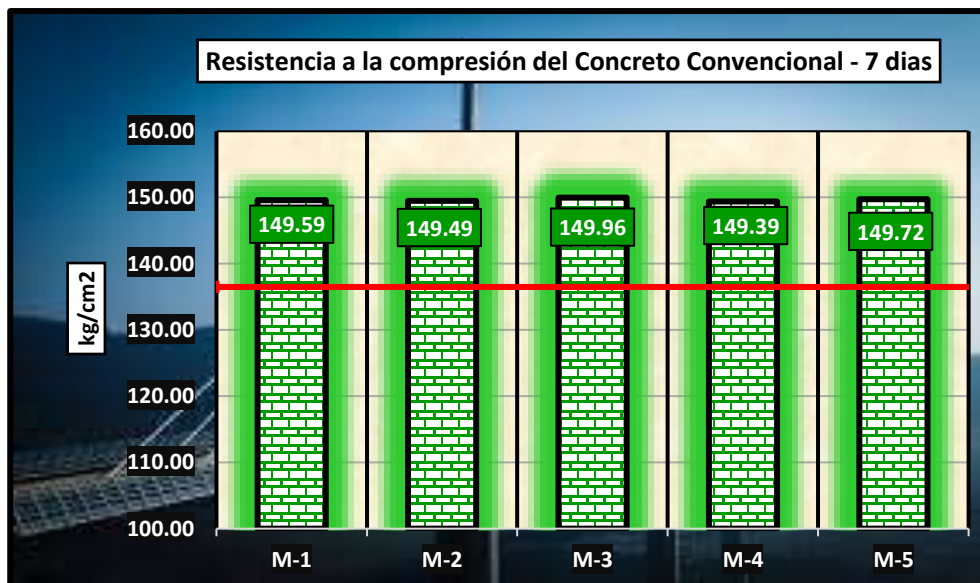
Resistencia a la compresión del CP, a los 7 días

Resistencia a la compresión del Concreto Convencional - 7 Días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	7	149.59	71.24%	136.50	109.59	9.59
M-2		149.49	71.19%	136.50	109.52	9.52
M-3		149.96	71.41%	136.50	109.86	9.86
M-4		149.39	71.14%	136.50	109.44	9.44
M-5		149.72	71.29%	136.50	109.68	9.68
\bar{X}		149.63	71.25%	-	109.62	9.62

La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión, el cual obtuvo una resistencia promedio de 149.63 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 18

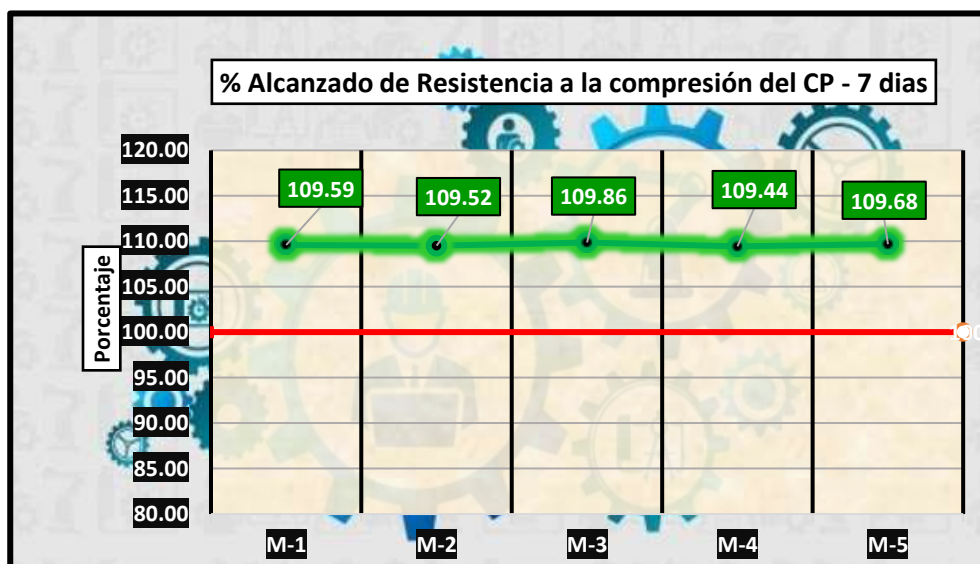
Resistencia a la compresión del CP, a los 7 días



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión, el cual obtuvo una resistencia promedio de 149.63 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 19

Porcentaje de Resistencia a la compresión del CP, a los 7 días.



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 109.62% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 28

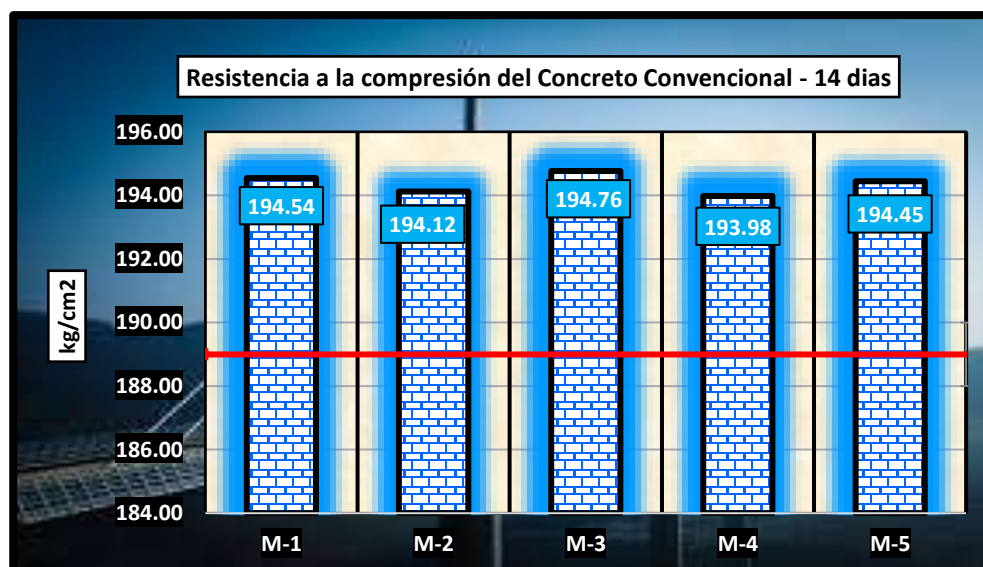
Resistencia a la compresión del CP, a los 14 días

Resistencia a la compresión del Concreto Convencional - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	194.54	92.64%	189.00	102.93	2.93
M-2		194.12	92.44%	189.00	102.71	2.71
M-3		194.76	92.74%	189.00	103.05	3.05
M-4		193.98	92.37%	189.00	102.63	2.63
M-5		194.45	92.59%	189.00	102.88	2.88
\bar{X}		194.37	92.56%	-	102.84	2.84

La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión, el cual obtuvo una resistencia promedio de 194.37 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 20

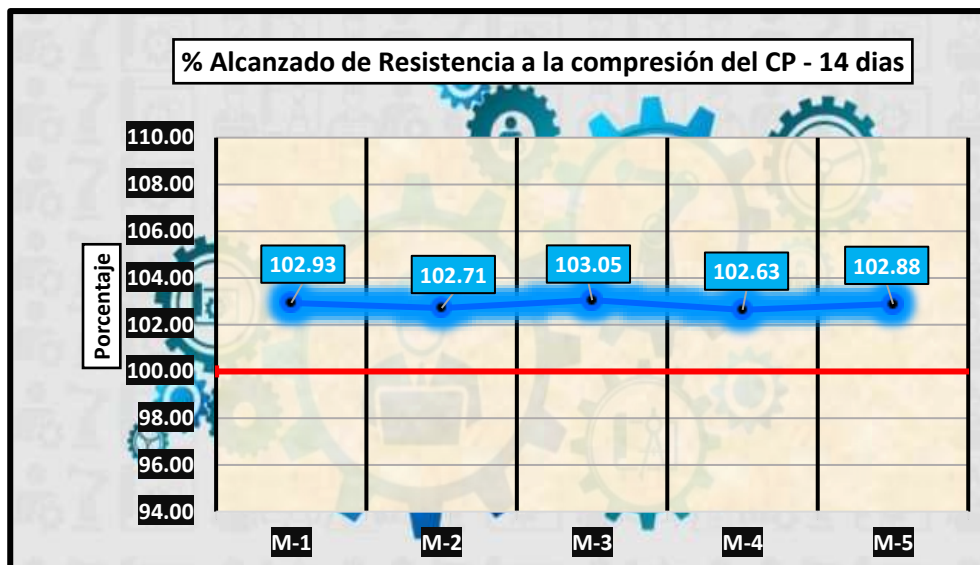
Resistencia a la compresión del CP, a los 14 días



La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión, el cual obtuvo una resistencia promedio de 194.37 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 21

Porcentaje de Resistencia a la compresión del CP, a los 14 días



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 102.84% en la segunda semana de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 29

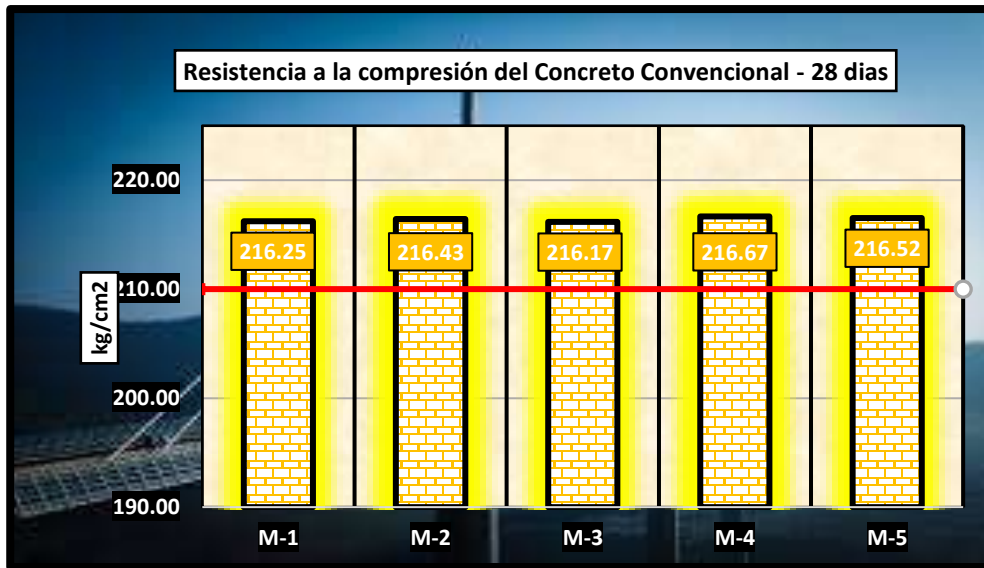
Resistencia a la compresión del CP, a los 28 días

Resistencia a la compresión del Concreto Convencional - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	216.25	102.97%	210.00	102.97	2.97
M-2		216.43	103.06%	210.00	103.06	3.06
M-3		216.17	102.94%	210.00	102.94	2.94
M-4		216.67	103.17%	210.00	103.17	3.17
M-5		216.52	103.11%	210.00	103.11	3.11
\bar{X}		216.41	103.05%	-	103.05	3.05

La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión, el cual obtuvo una resistencia promedio de 216.41 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 22

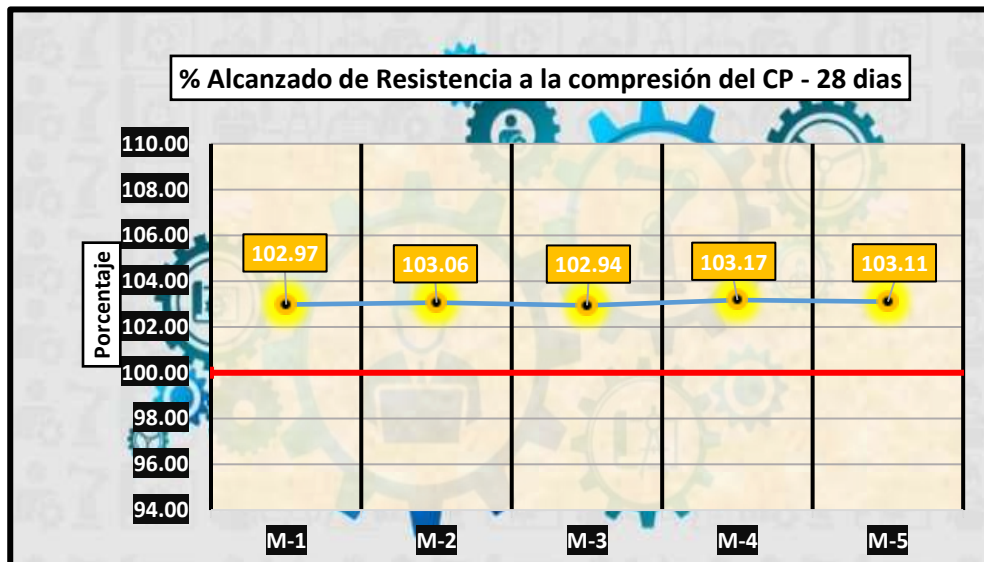
Resistencia a la compresión del CP, a los 28 días



La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión, el cual obtuvo una resistencia promedio de 216.41 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 23

Porcentaje de Resistencia a la compresión del CP, a los 28 días



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 103.05% en la cuarta semana de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.4.2 Resistencia a compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo

Tabla 30

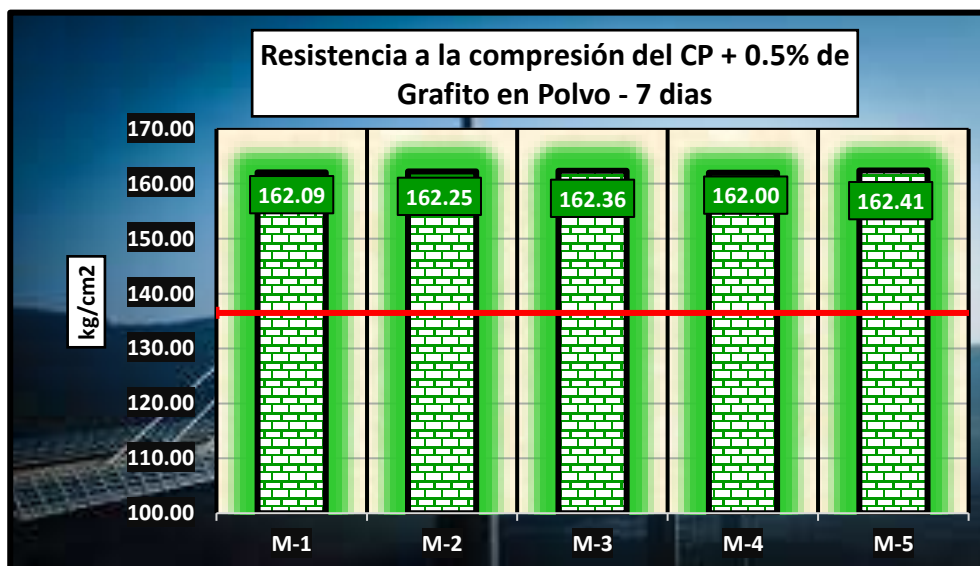
Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7

Resistencia a la compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo - 7 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	7	162.09	77.18%	136.50	118.74	18.74
M-2		162.25	77.26%	136.50	118.87	18.87
M-3		162.36	77.31%	136.50	118.95	18.95
M-4		162.00	77.14%	136.50	118.68	18.68
M-5		162.41	77.34%	136.50	118.98	18.98
\bar{X}		162.22	77.25%	-	118.84	18.84

La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 0.5% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 162.22 kg/cm², en la primera semana de consolidación.

Figura 24

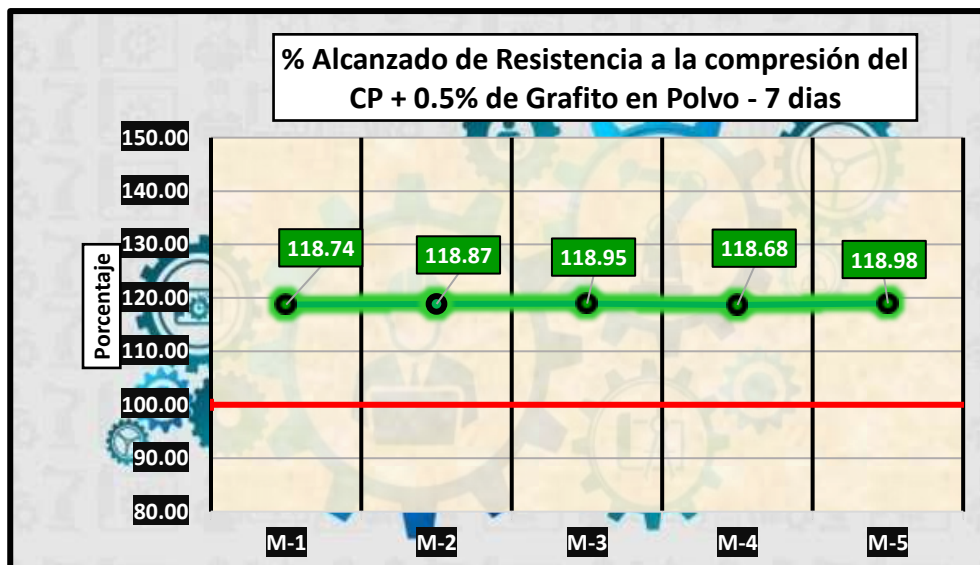
Resistencia a compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 0.5% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 77.25%, en la primera semana de consolidación.

Figura 25

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 0.5% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 118.84% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 31

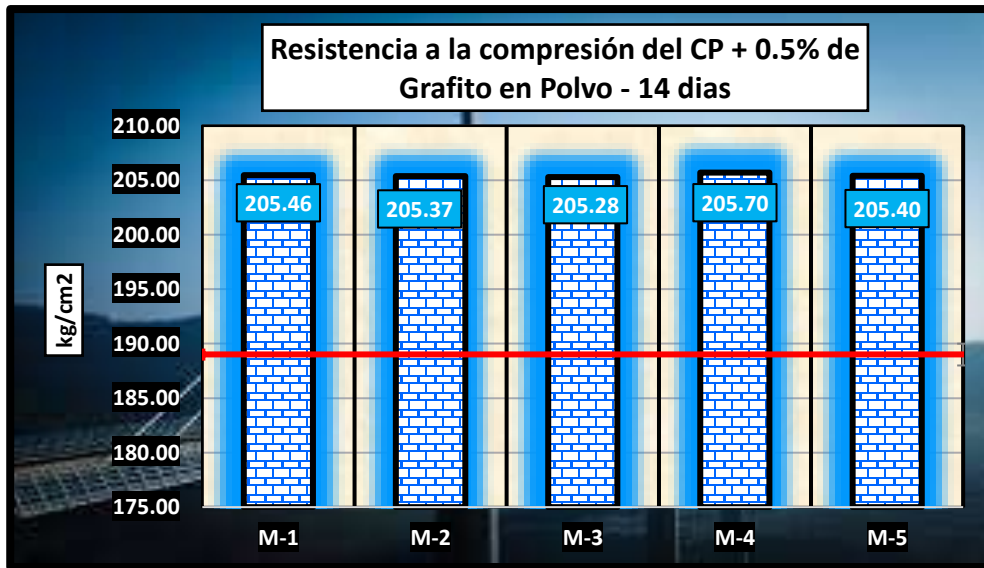
Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14

Resistencia a la compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	205.46	97.84%	189.00	108.71	8.71
M-2		205.37	97.79%	189.00	108.66	8.66
M-3		205.28	97.75%	189.00	108.62	8.62
M-4		205.70	97.95%	189.00	108.84	8.84
M-5		205.40	97.81%	189.00	108.68	8.68
\bar{X}		205.44	97.83%	-	108.70	8.70

La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 0.5% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 205.44 kg/cm², en la segunda semana de consolidación.

Figura 26

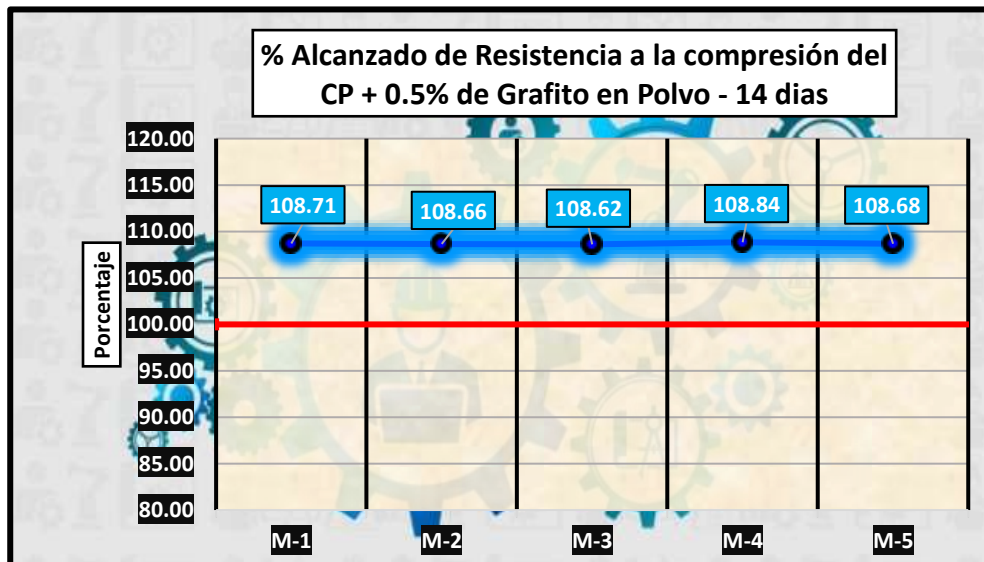
Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 0.5% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 97.83% al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 27

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 0.5% de Grafito en Polvo, con un promedio de 108.70% en la segunda semana de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 32

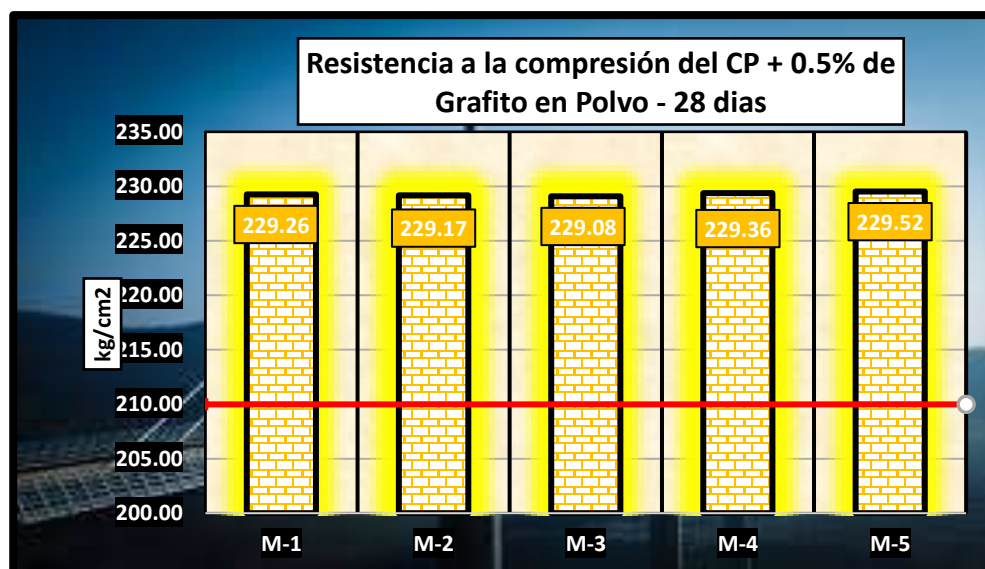
Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28

Resistencia a la compresión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	229.26	109.17%	210.00	109.17	9.17
M-2		229.17	109.13%	210.00	109.13	9.13
M-3		229.08	109.09%	210.00	109.09	9.09
M-4		229.36	109.22%	210.00	109.22	9.22
M-5		229.52	109.30%	210.00	109.30	9.30
\bar{X}		229.28	109.18%	-	109.18	9.18

La tabla evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 0.5% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 229.28 kg/cm², en la cuarta semana de consolidación.

Figura 28

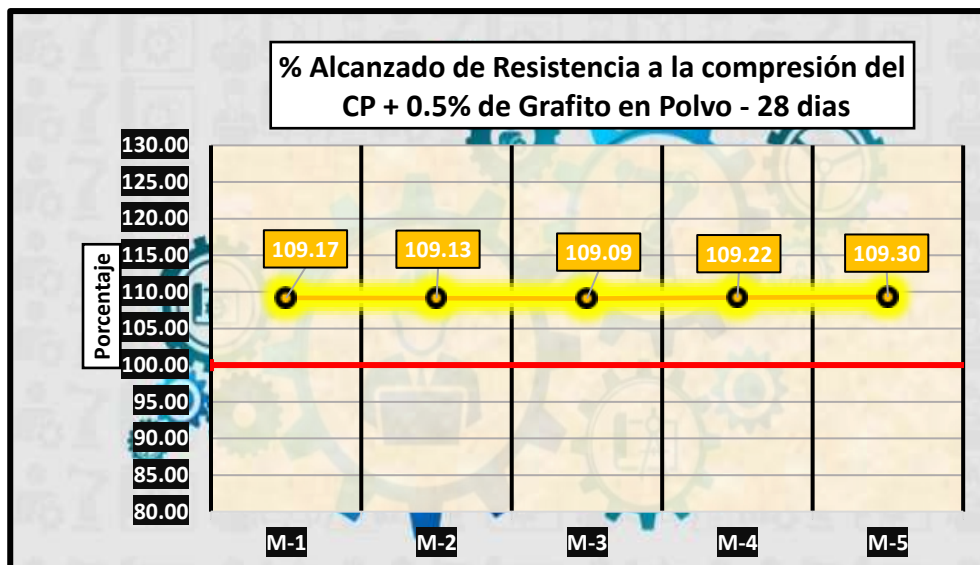
Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 0.5% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 109.18% al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 29

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 0.5% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 109.18% en la cuarta semana de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.4.3 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo

Tabla 33

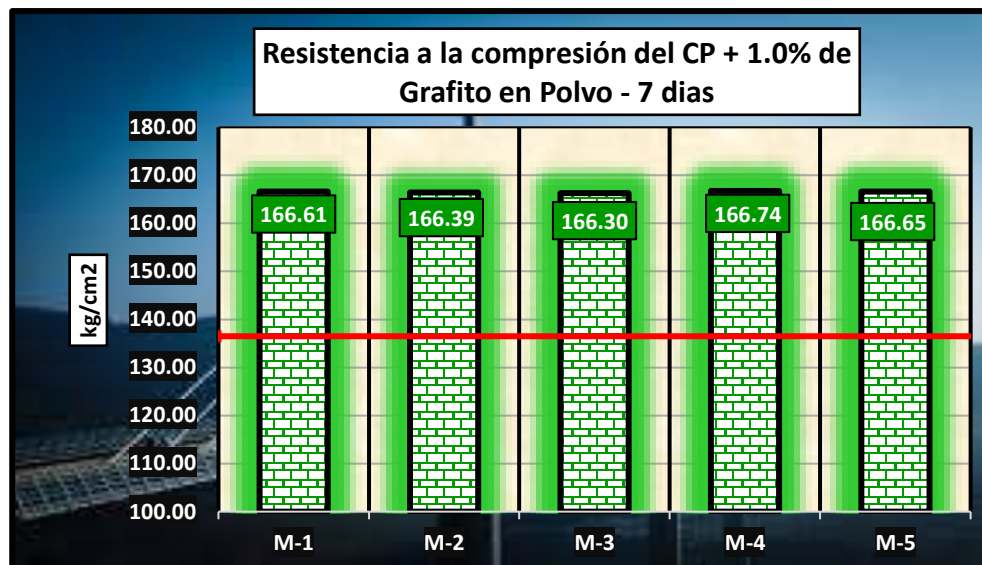
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7

Resistencia a la compresión del CP + 1.0% de Grafito en Polvo - 7 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	7	166.61	79.34%	136.50	122.06	22.06
M-2		166.39	79.24%	136.50	121.90	21.90
M-3		166.30	79.19%	136.50	121.83	21.83
M-4		166.74	79.40%	136.50	122.15	22.15
M-5		166.65	79.36%	136.50	122.09	22.09
X̄		166.54	79.30%	-	122.01	22.01

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 166.54 kg/cm², en la primera semana de consolidación.

Figura 30

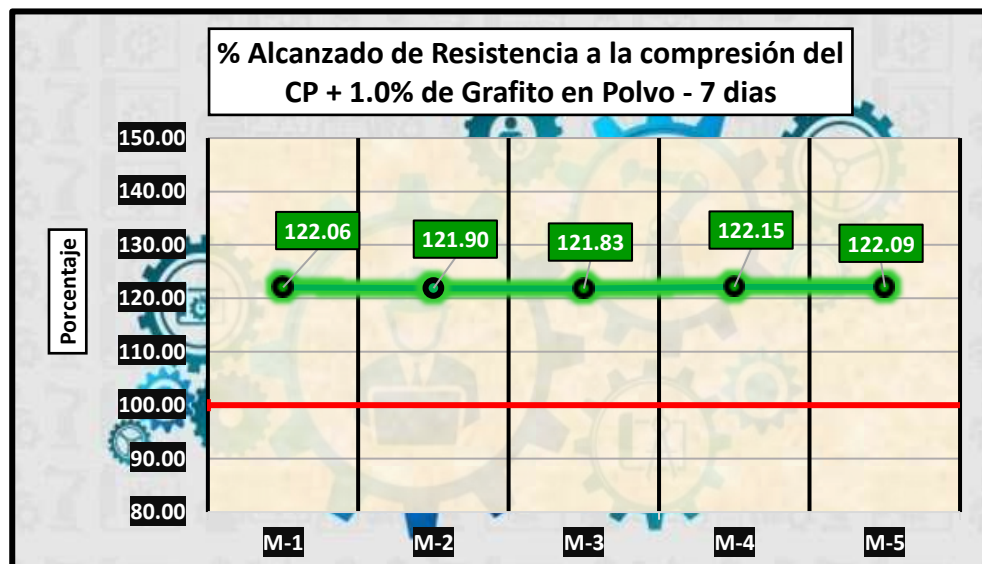
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 1.0% de grafito en polvo, el cual alcanzo un % promedio de 79.30% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 31

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 1.0% de grafito en polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 122.01% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 34

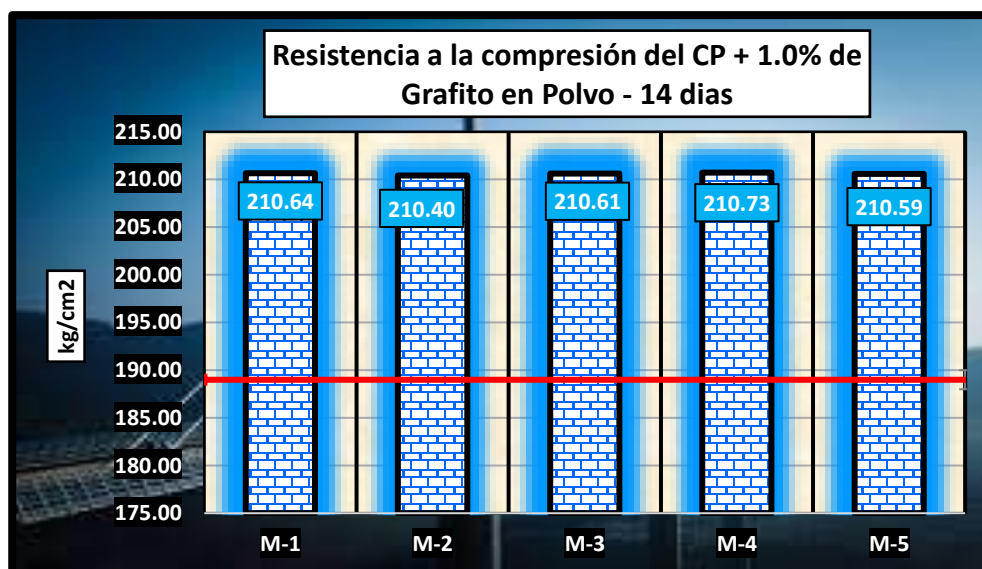
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14

Resistencia a la compresión del CP + 1.0% de Grafito en Polvo - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	210.64	100.30%	189.00	111.45	11.45
M-2		210.40	100.19%	189.00	111.32	11.32
M-3		210.61	100.29%	189.00	111.43	11.43
M-4		210.73	100.35%	189.00	111.49	11.49
M-5		210.59	100.28%	189.00	111.42	11.42
\bar{X}		210.59	100.28%	-	111.42	11.42

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 210.59 kg/cm², en la segunda semana de consolidación.

Figura 32

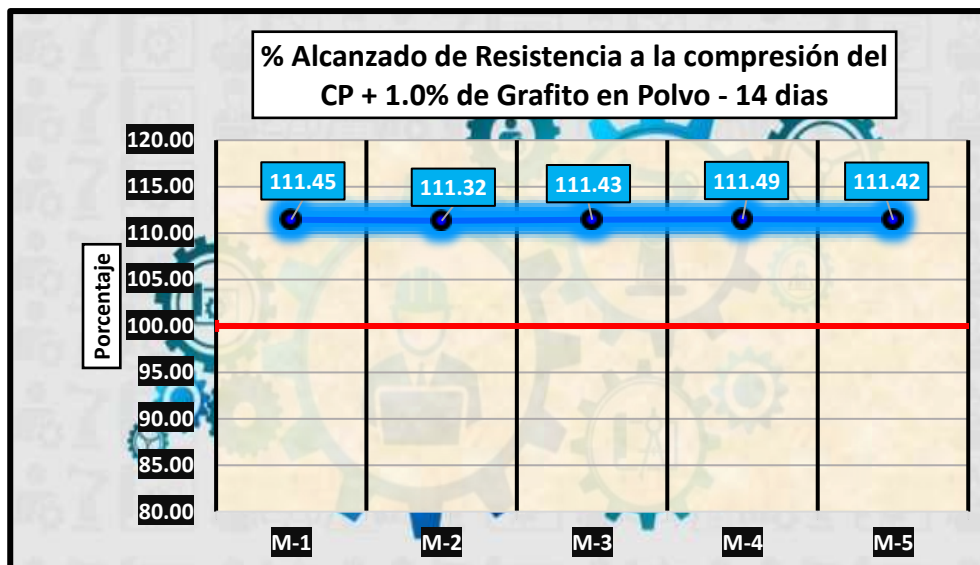
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 100.28% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 33

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 1.0% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 111.42% en la segunda de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 35

Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28

Resistencia a la compresión del CP + 1.0% de Grafito en Polvo - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	233.89	111.37%	210.00	111.37	11.37
M-2		233.47	111.17%	210.00	111.17	11.17
M-3		234.02	111.44%	210.00	111.44	11.44
M-4		233.91	111.39%	210.00	111.39	11.39
M-5		233.95	111.41%	210.00	111.41	11.41
\bar{X}		233.85	111.36%	-	111.36	11.36

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 233.85 kg/cm², en la cuarta semana de consolidación.

Figura 34

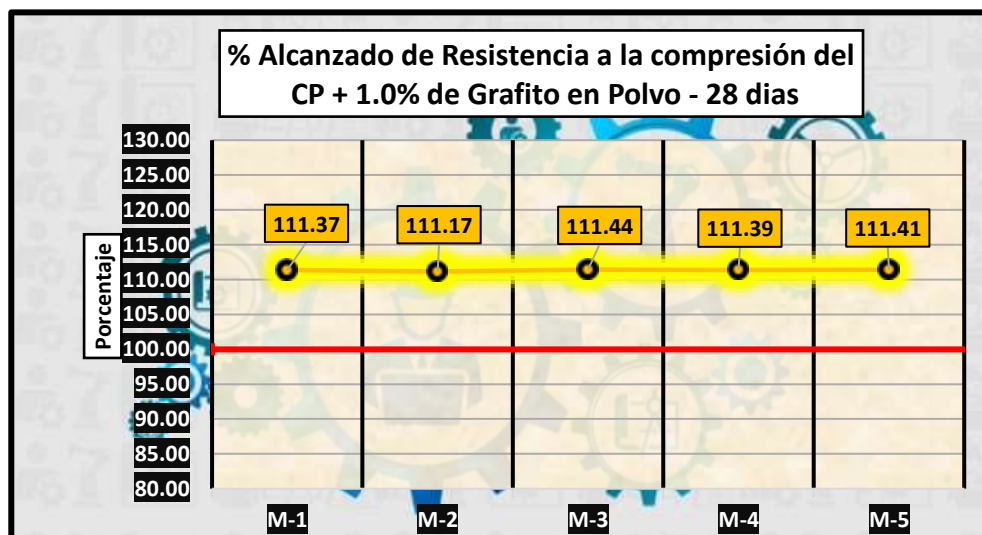
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de grafito en polvo, el cual alcanzó un porcentaje promedio de 111.36% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 35

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 1.0% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 111.36% en la cuarta de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.4.4 Resistencia a compresión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo

Tabla 36

Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7

Resistencia a la compresión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo - 7 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	7	144.91	69.01%	136.50	106.16	6.16
M-2		144.77	68.94%	136.50	106.06	6.06
M-3		145.56	69.31%	136.50	106.64	6.64
M-4		145.32	69.20%	136.50	106.46	6.46
M-5		145.18	69.13%	136.50	106.36	6.36
X̄		145.15	69.12%	-	106.33	6.33

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 145.15 kg/cm², en la primera semana de consolidación.

Figura 36

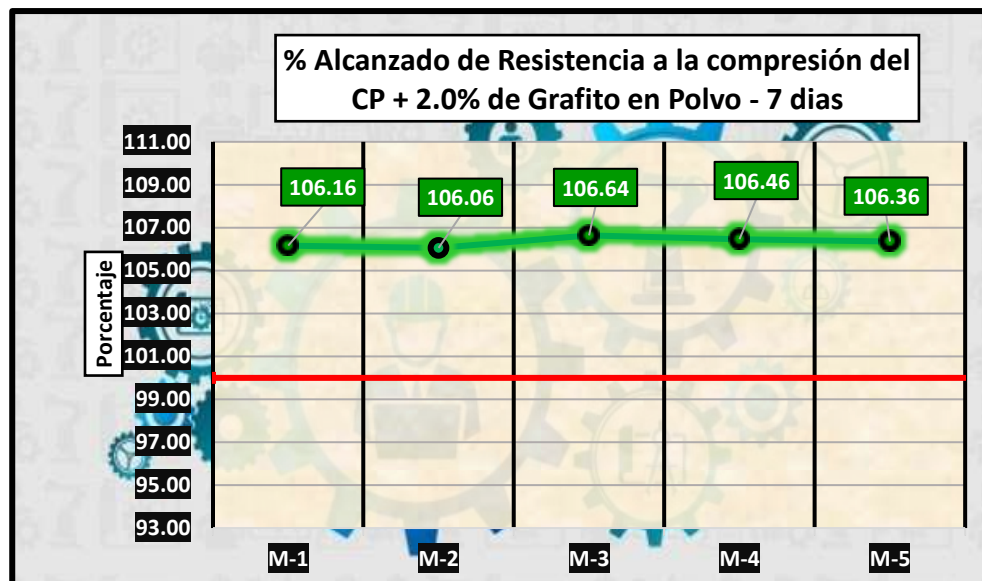
Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 69.12% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 37

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 2.0% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 106.33% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 37

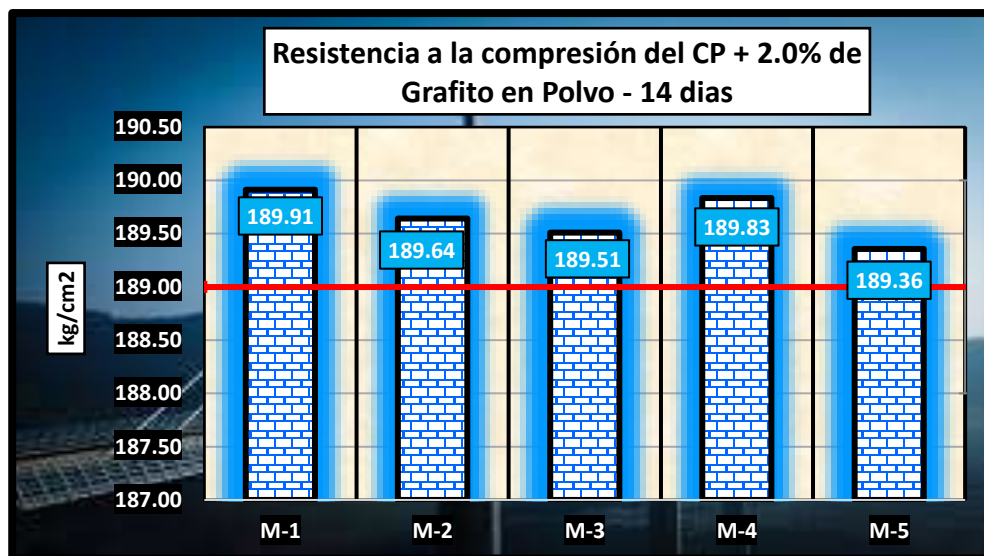
Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14

Resistencia a la compresión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	189.91	90.43%	189.00	100.48	0.48
M-2		189.64	90.31%	189.00	100.34	0.34
M-3		189.51	90.24%	189.00	100.27	0.27
M-4		189.83	90.40%	189.00	100.44	0.44
M-5		189.36	90.17%	189.00	100.19	0.19
\bar{X}		189.65	90.31%	-	100.34	0.34

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 189.65 kg/cm², en la segunda semana de consolidación.

Figura 38

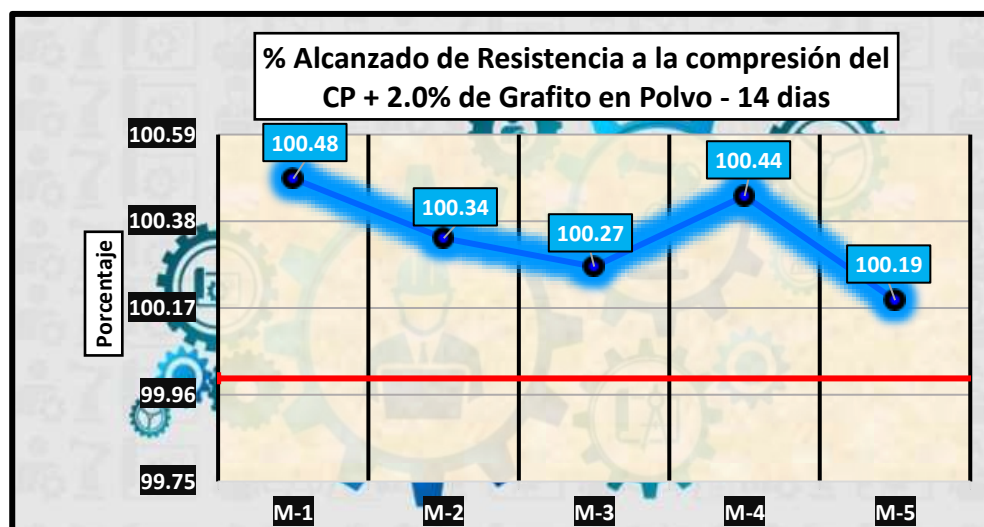
Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 90.31% de acuerdo al diseño 210 kg/cm² , en la segunda semana de fraguado.

Figura 39

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 2.0% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 100.34% en la segunda semana de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 38

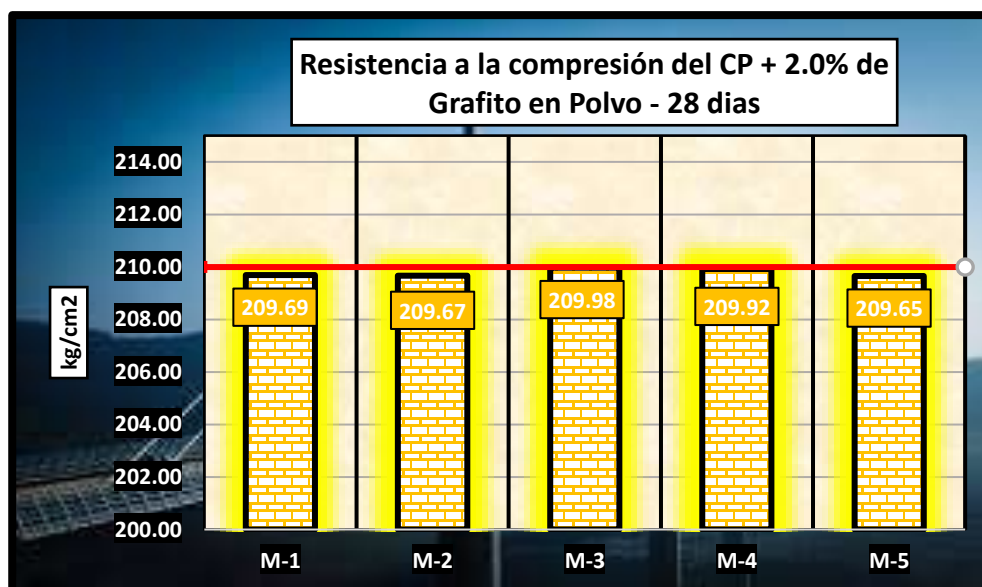
Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28

Resistencia a la compresión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	209.69	99.85%	210.00	99.85	-0.15
M-2		209.67	99.84%	210.00	99.84	-0.16
M-3		209.98	99.99%	210.00	99.99	-0.01
M-4		209.92	99.96%	210.00	99.96	-0.04
M-5		209.65	99.83%	210.00	99.83	-0.17
\bar{X}		209.78	99.90%	-	99.90	-0.10

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 209.78 kg/cm², en la cuarta semana de consolidación.

Figura 40

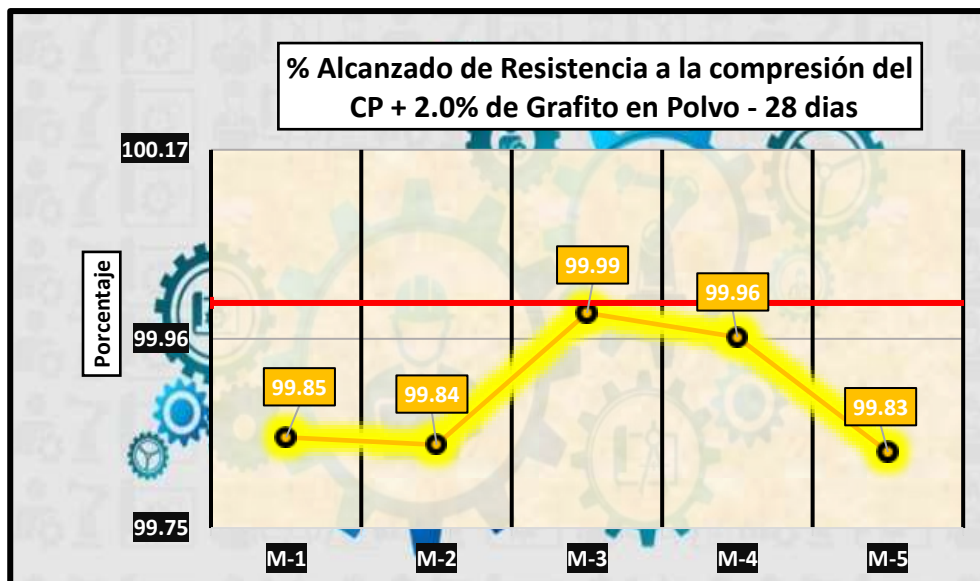
Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.0% de grafito en polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 99.90% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 41

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 2.0% de Grafito en Polvo, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 99.90% en la cuarta semana de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.4.5 Resistencia a compresión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado

Tabla 39

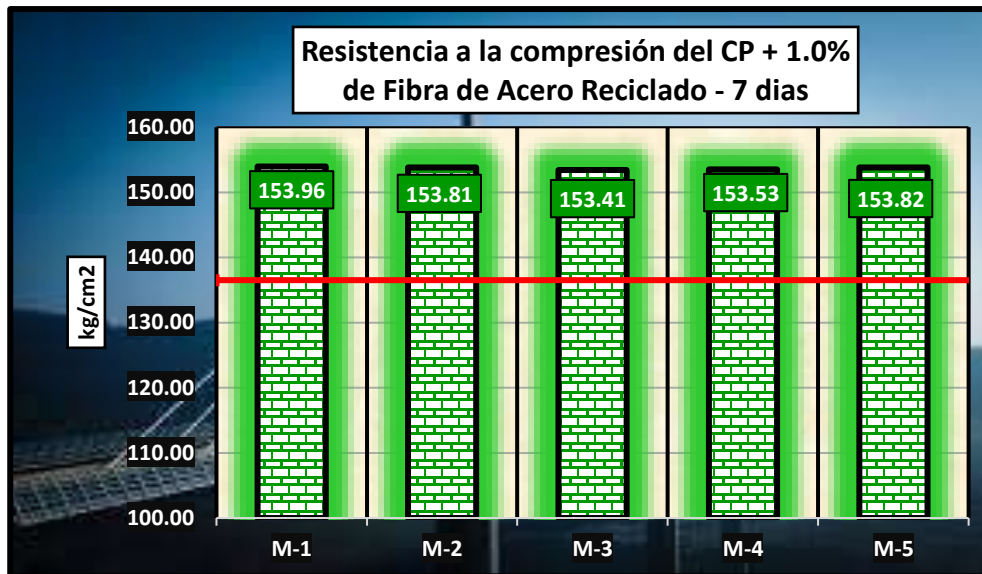
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7

Resistencia a la compresión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado - 7 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	7	153.96	73.31%	136.50	112.79	12.79
M-2		153.81	73.24%	136.50	112.68	12.68
M-3		153.41	73.05%	136.50	112.39	12.39
M-4		153.53	73.11%	136.50	112.48	12.48
M-5		153.82	73.25%	136.50	112.69	12.69
X̄		153.71	73.19%	-	112.61	12.61

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 153.71 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 42

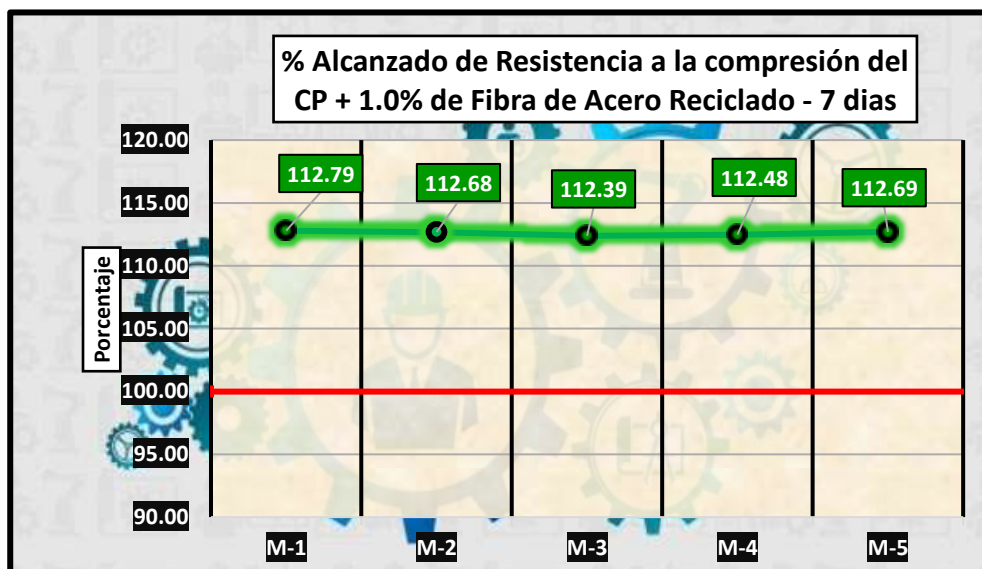
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo 73.19% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 43

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de FAR al día – 7



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 112.61% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 40

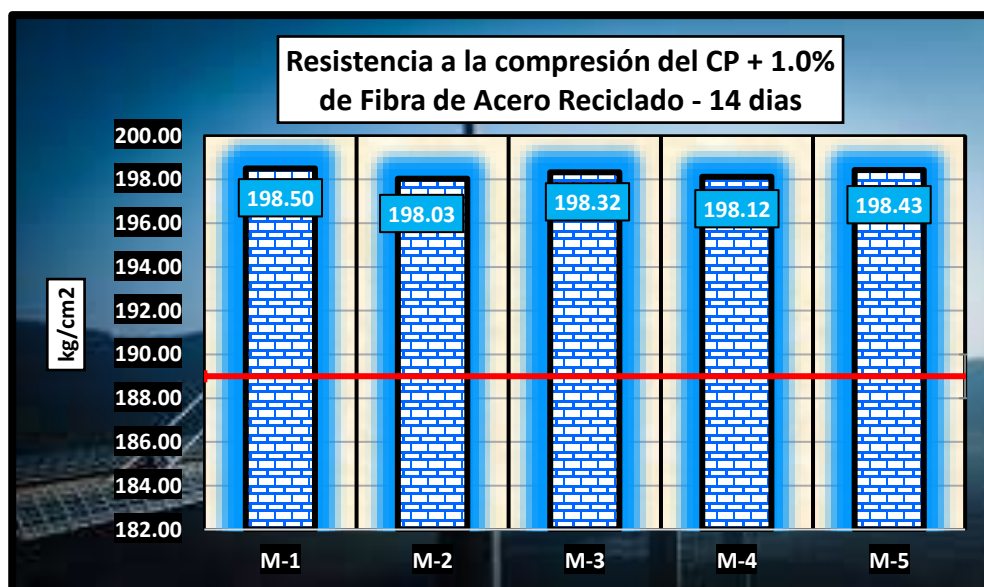
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14

Resistencia a la compresión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	198.50	94.52%	189.00	105.03	5.03
M-2		198.03	94.30%	189.00	104.78	4.78
M-3		198.32	94.44%	189.00	104.93	4.93
M-4		198.12	94.34%	189.00	104.83	4.83
M-5		198.43	94.49%	189.00	104.99	4.99
\bar{X}		198.28	94.42%	-	104.91	4.91

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 198.28 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 44

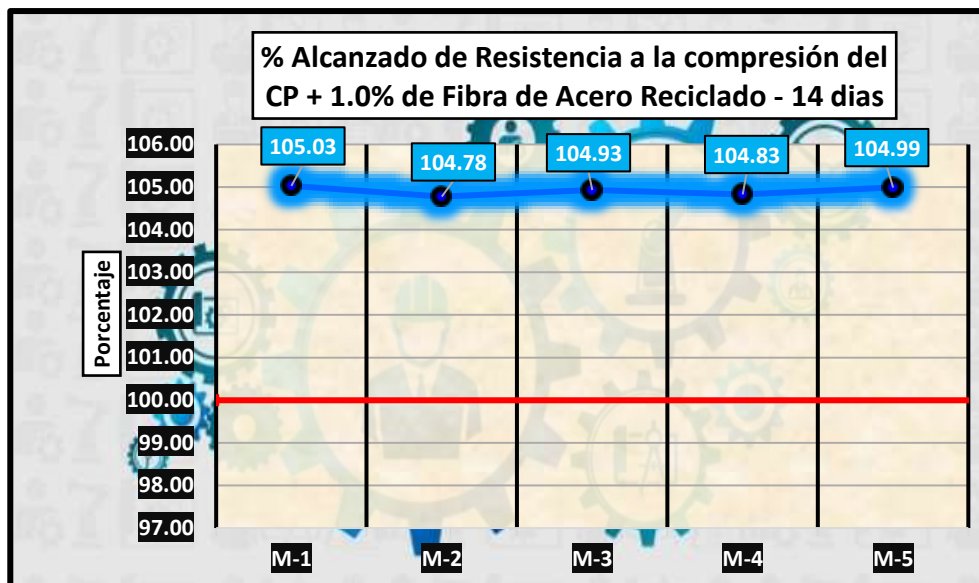
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 94.42% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 45

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de FAR al día – 14



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 104.91% en la segunda semana de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 41

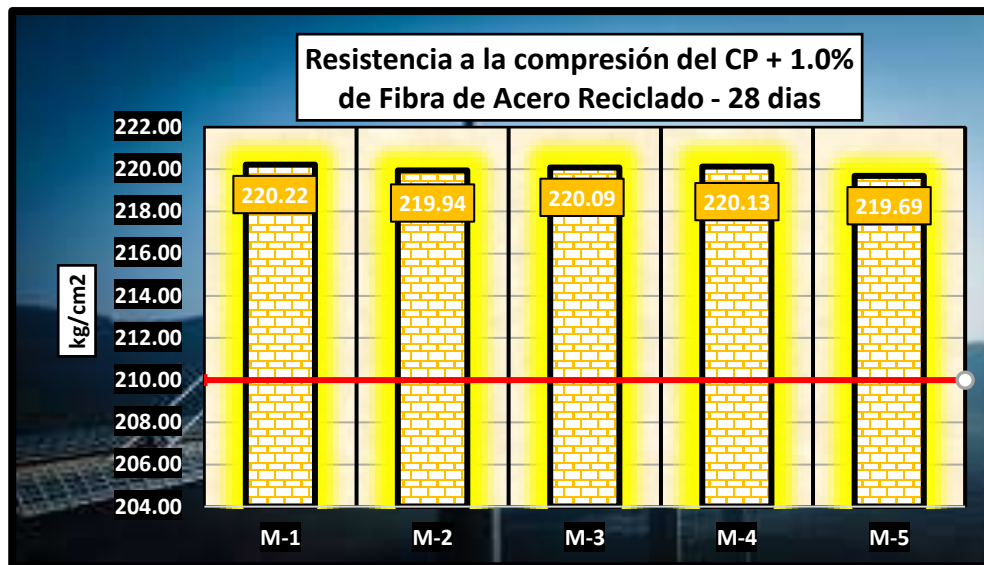
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28

Resistencia a la compresión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	220.22	104.87%	210.00	104.87	4.87
M-2		219.94	104.73%	210.00	104.73	4.73
M-3		220.09	104.80%	210.00	104.80	4.80
M-4		220.13	104.82%	210.00	104.82	4.82
M-5		219.69	104.61%	210.00	104.61	4.61
\bar{X}		220.01	104.77%	-	104.77	4.77

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 220.01 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 46

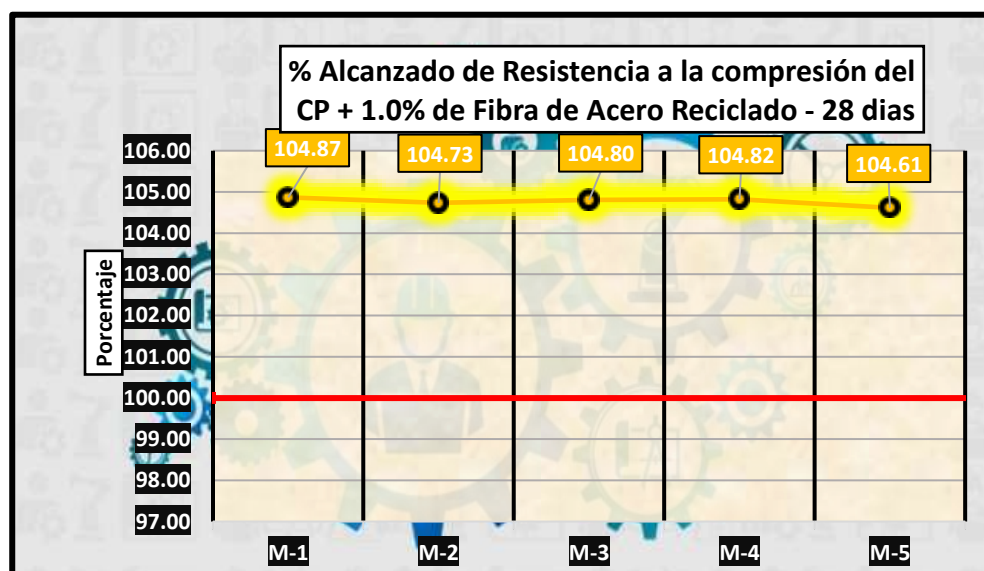
Resistencia a compresión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo 104.77% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 47

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 1.0% de FAR al día – 28



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 104.77% en la cuarta semana de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.4.6 Resistencia a compresión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado

Tabla 42

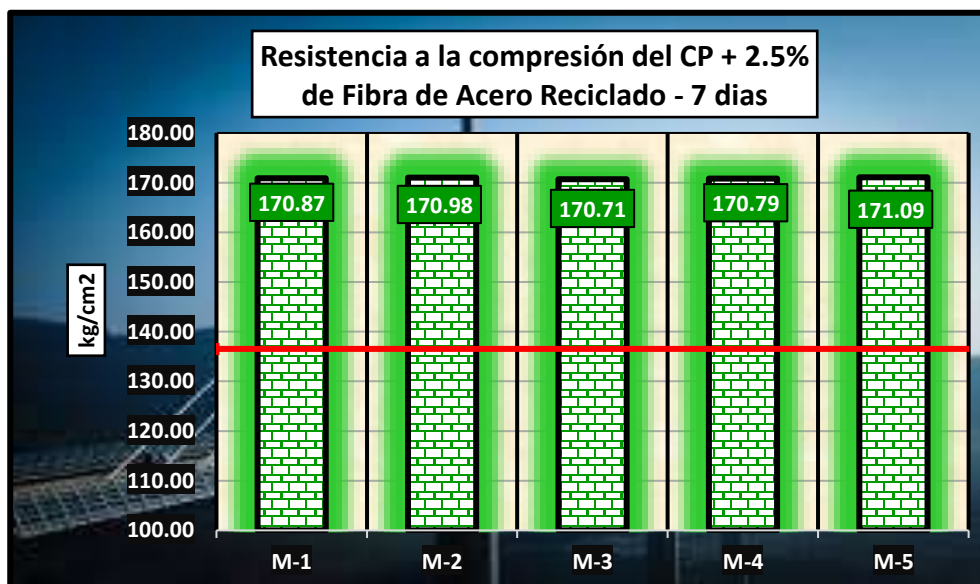
Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7

Resistencia a la compresión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado - 7 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	7	170.87	81.37%	136.50	125.18	25.18
M-2		170.98	81.42%	136.50	125.26	25.26
M-3		170.71	81.29%	136.50	125.06	25.06
M-4		170.79	81.33%	136.50	125.12	25.12
M-5		171.09	81.47%	136.50	125.34	25.34
X̄		170.89	81.38%	-	125.19	25.19

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 170.89 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 48

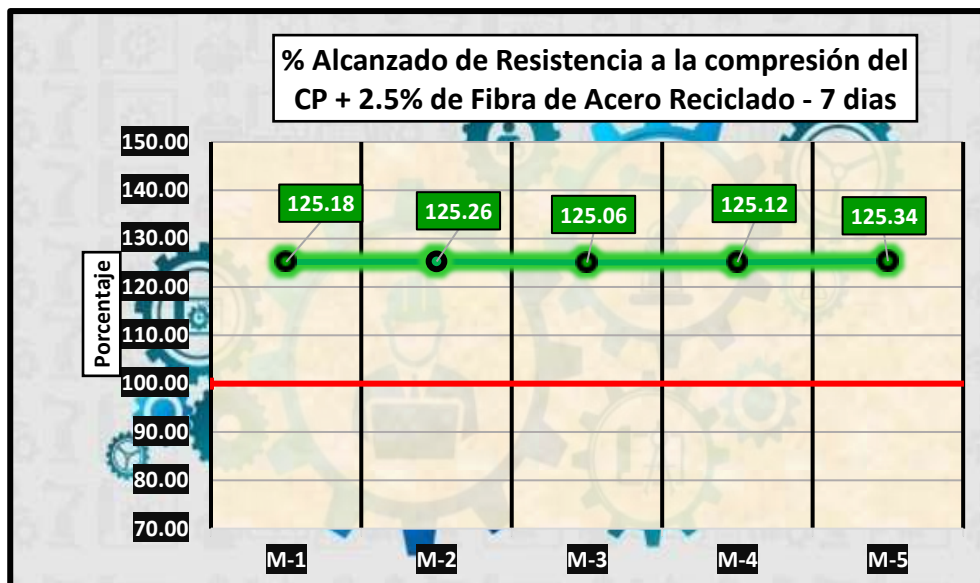
Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 81.38% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 49

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.5% de FAR al día – 7



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 125.19% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 43

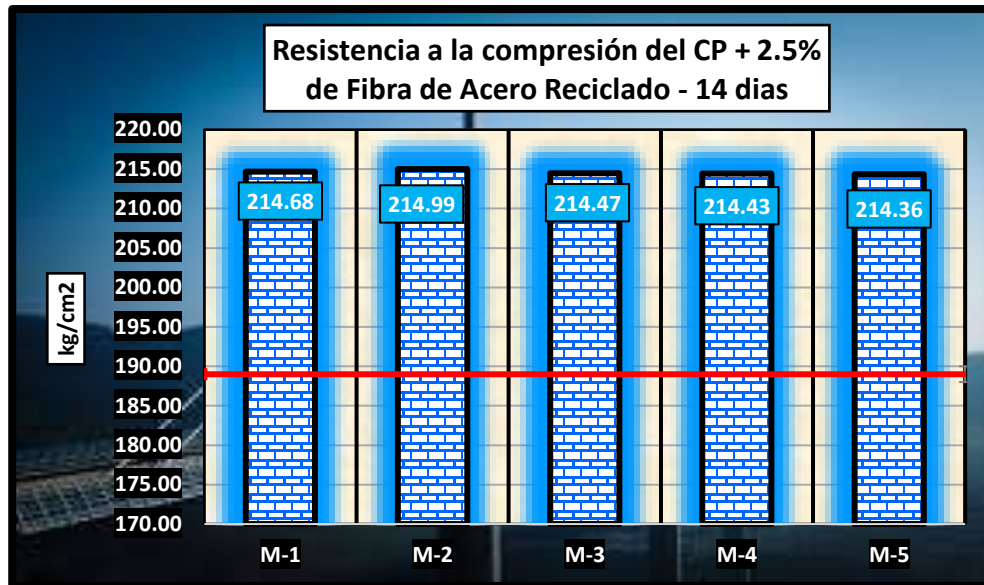
Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14

Resistencia a la compresión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	214.68	102.23%	189.00	113.59	13.59
M-2		214.99	102.38%	189.00	113.75	13.75
M-3		214.47	102.13%	189.00	113.48	13.48
M-4		214.43	102.11%	189.00	113.46	13.46
M-5		214.36	102.07%	189.00	113.42	13.42
\bar{X}		214.59	102.18%	-	113.54	13.54

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 214.59 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 50

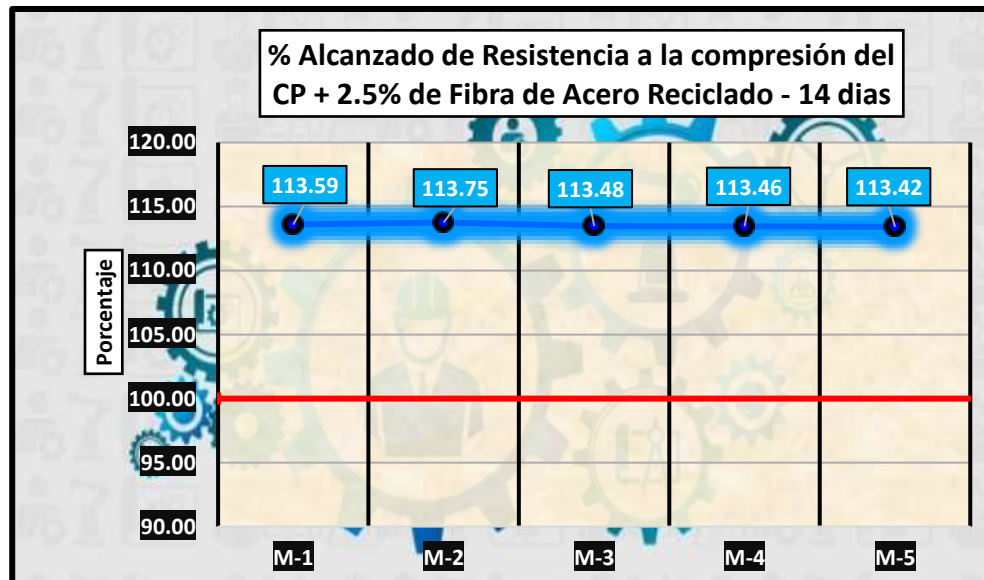
Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo 102.18% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 51

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.5% de FAR al día – 14



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 113.54% en la segunda semana de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 44

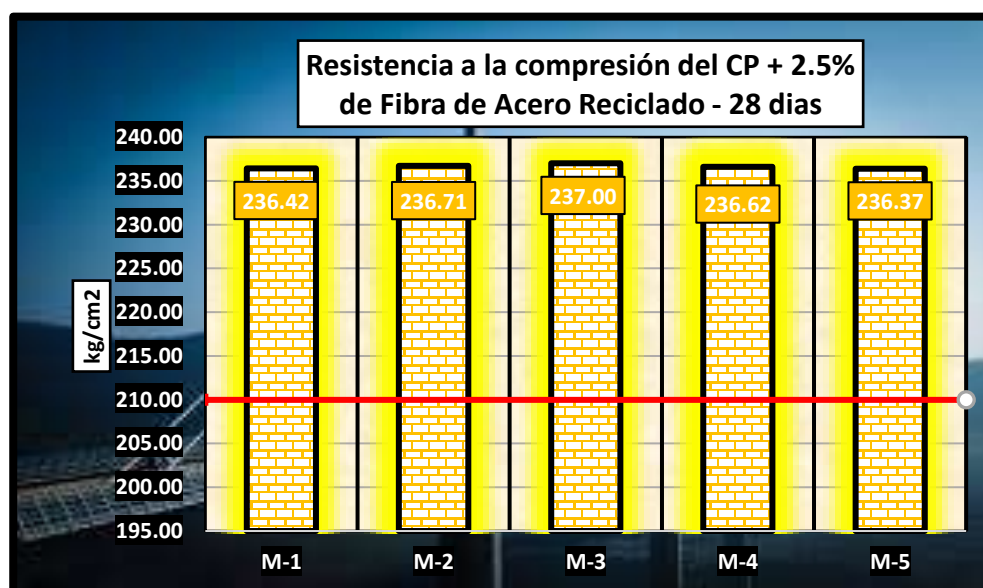
Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28

Resistencia a la compresión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	236.42	112.58%	210.00	112.58	12.58
M-2		236.71	112.72%	210.00	112.72	12.72
M-3		237.00	112.86%	210.00	112.86	12.86
M-4		236.62	112.68%	210.00	112.68	12.68
M-5		236.37	112.56%	210.00	112.56	12.56
\bar{X}		236.62	112.68%	-	112.68	12.68

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 236.62 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 52

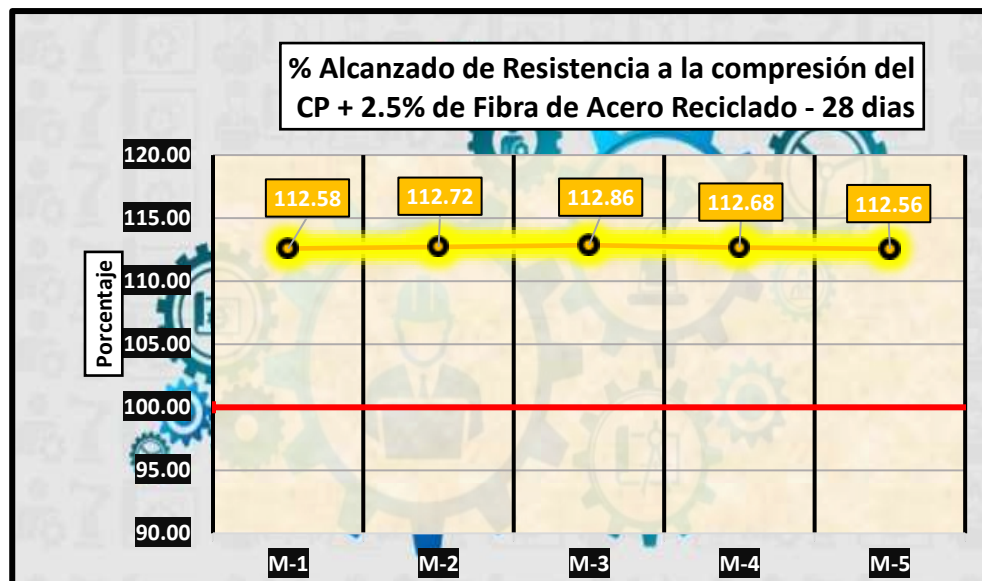
Resistencia a compresión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 112.68% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 53

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 2.5% de FAR al día – 28



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 112.68% en la cuarta semana de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.4.7 Resistencia a compresión del CP + 5.0% de Fibras de Acero Reciclado

Tabla 45

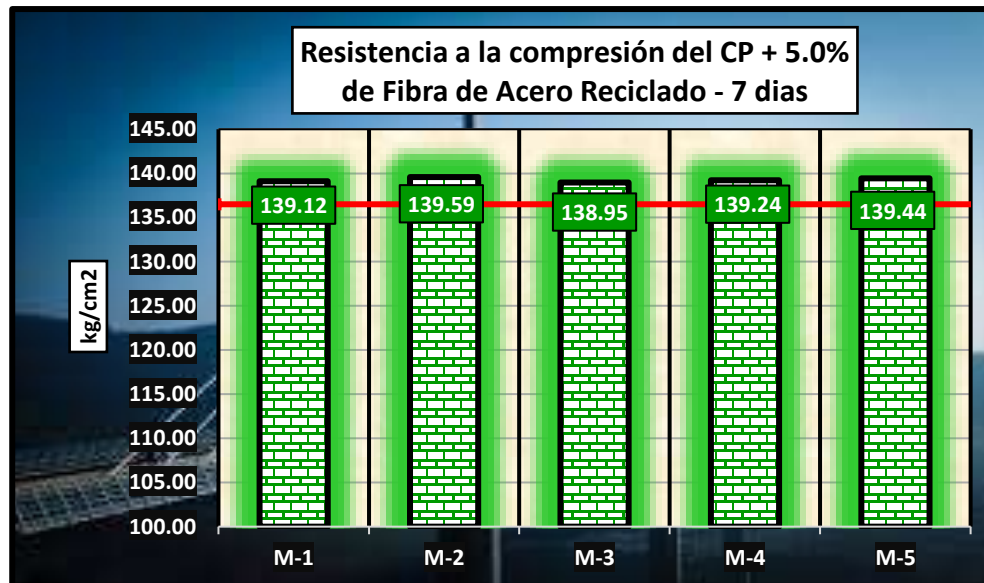
Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7

Resistencia a la compresión del CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado - 7 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1		139.12	66.25%	136.50	101.92	1.92
M-2		139.59	66.47%	136.50	102.26	2.26
M-3	7	138.95	66.17%	136.50	101.79	1.79
M-4		139.24	66.30%	136.50	102.01	2.01
M-5		139.44	66.40%	136.50	102.16	2.16
\bar{X}		139.27	66.32%	-	102.03	2.03

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 139.27 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 54

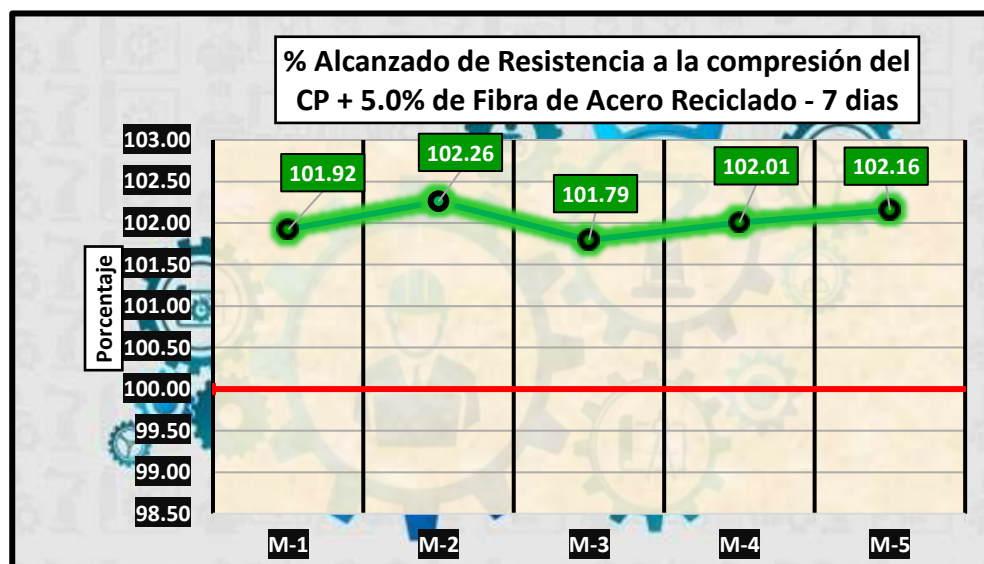
Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo 66.32% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 55

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 5.0% de FAR al día – 7



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 102.03% en la primera semana de fraguado en relación al diseño de 136.50 kg/cm².

Tabla 46

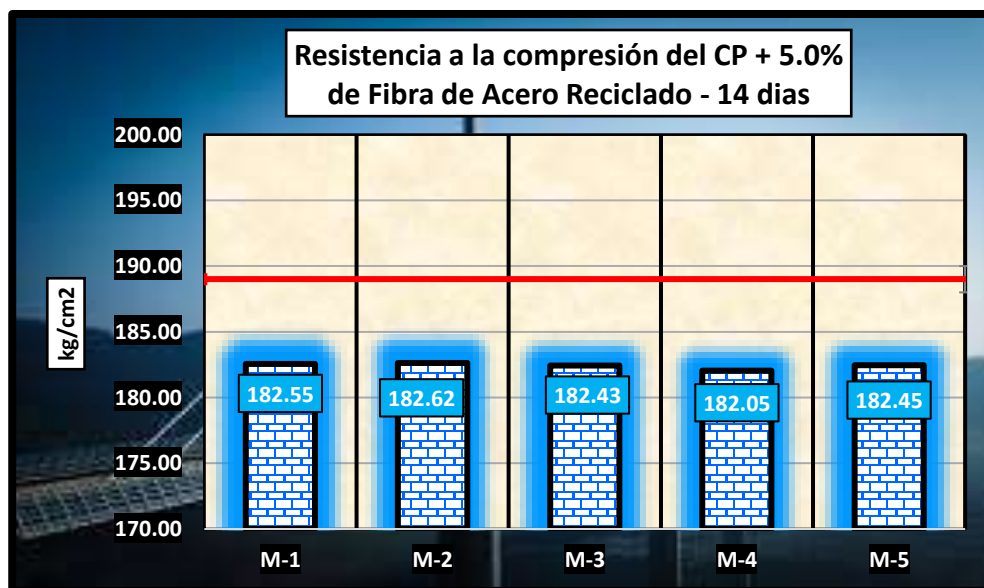
Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14

Resistencia a la compresión del CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado - 14 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	14	182.55	86.93%	189.00	96.59	-3.41
M-2		182.62	86.96%	189.00	96.63	-3.37
M-3		182.43	86.87%	189.00	96.52	-3.48
M-4		182.05	86.69%	189.00	96.32	-3.68
M-5		182.45	86.88%	189.00	96.54	-3.46
\bar{X}		182.42	86.87%	-	96.52	-3.48

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 182.42 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 56

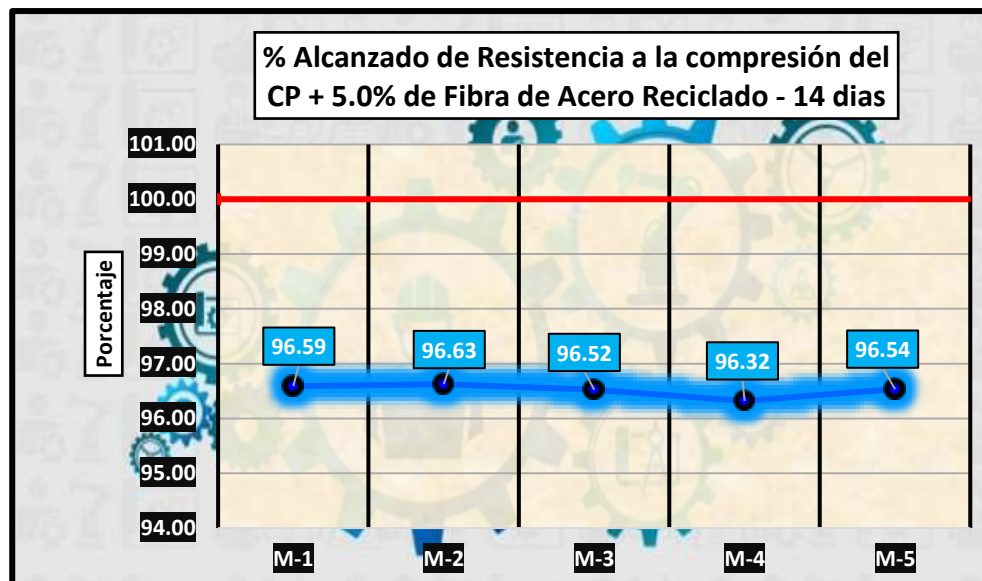
Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 86.87% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 57

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 5.0% de FAR al día – 14



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 96.52% en la segunda semana de fraguado en relación al diseño de 189 kg/cm².

Tabla 47

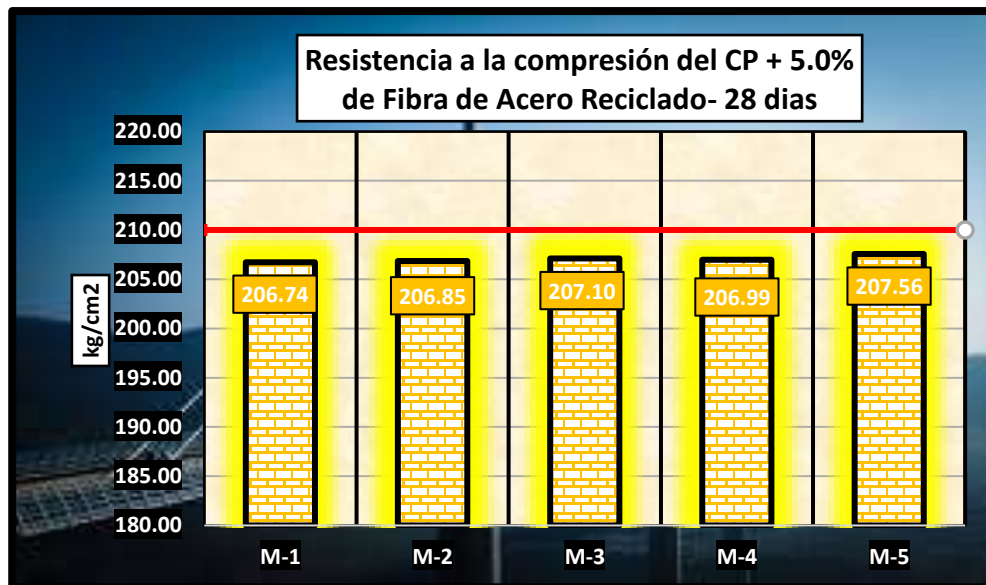
Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28

Resistencia a la compresión del CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado - 28 días						
Briquetas	Días	Esfuerzos (kg/cm ²)	(%) 210 kg/cm ²	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
M-1	28	206.74	98.45%	210.00	98.45	-1.55
M-2		206.85	98.50%	210.00	98.50	-1.50
M-3		207.10	98.62%	210.00	98.62	-1.38
M-4		206.99	98.57%	210.00	98.57	-1.43
M-5		207.56	98.84%	210.00	98.84	-1.16
\bar{X}		207.05	98.59%	-	98.59	-1.41

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a compresión al concreto con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 207.05 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 58

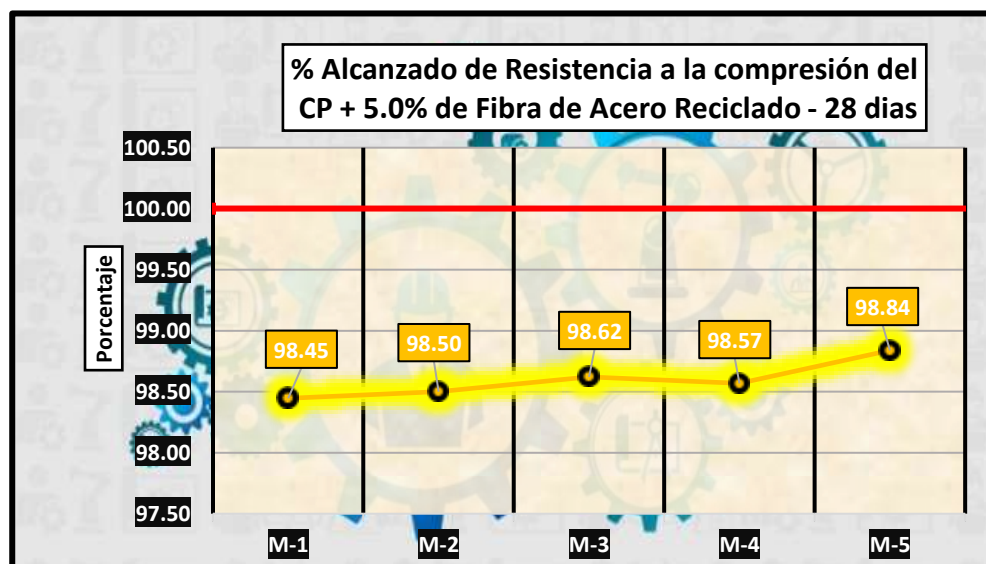
Resistencia a compresión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28



Se evidencia el esfuerzo a compresión con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo 98.59% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 59

Porcentaje de Resistencia a compresión del CP + 5.0% de FAR al día – 28



En la figura se evidencia datos adquiridos mediante la prueba de esfuerzo a compresión al concreto con el 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual obtuvo un porcentaje promedio de 98.59% en la cuarta semana de fraguado en relación al diseño de 210 kg/cm².

4.5 Resistencia a Flexión del concreto convencional

4.5.1 Resistencia a flexión del concreto patrón

4.5.1.1 Resistencia a Flexión del CP – 7 días

Tabla 48

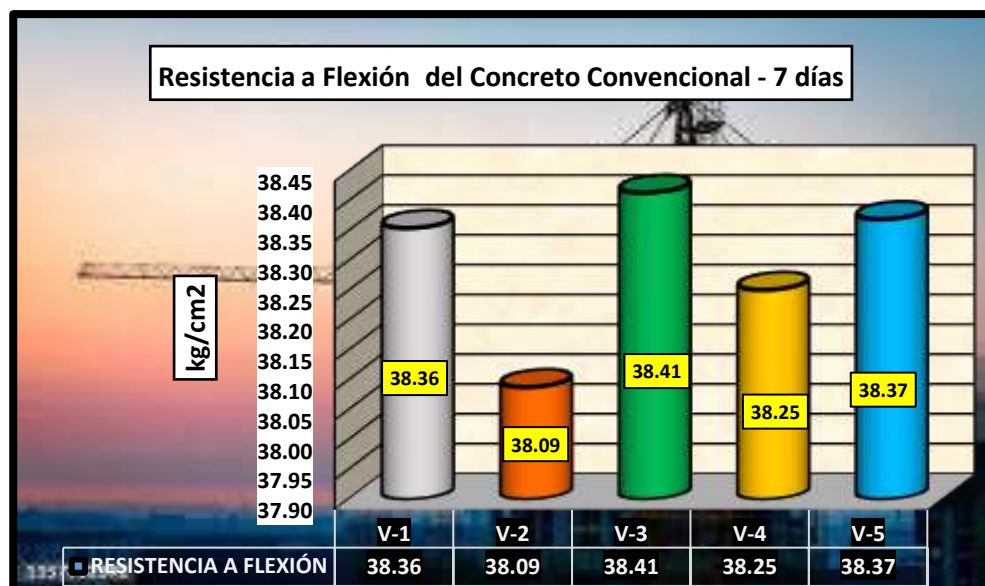
Esfuerzos a flexión del CP al día – 7

Resistencia a Flexión del Concreto Convencional - 7 días								
Viga	% de Adición	Promedio			Lectura del	Resistencia a	210 kg/cm ²	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)	dial (kg)	Flexión	% Alcanzado	
V-1	0.0%	15	15	50	2589.00	38.36	18.26%	7
V-2	0.0%	15	15	50	2571.00	38.09	18.14%	
V-3	0.0%	15	15	50	2593.00	38.41	18.29%	
V-4	0.0%	15	15	50	2582.00	38.25	18.22%	
V-5	0.0%	15	15	50	2590.00	38.37	18.27%	
\bar{X}						38.30	18.24%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP, el cual adquirió una resistencia promedio de 38.30 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 60

Esfuerzos a flexión del CP al día – 7



Se evidencia el esfuerzo a flexión al concreto patrón, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 18.24% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.1.2 Resistencia a Flexión del CP- 14 días

Tabla 49

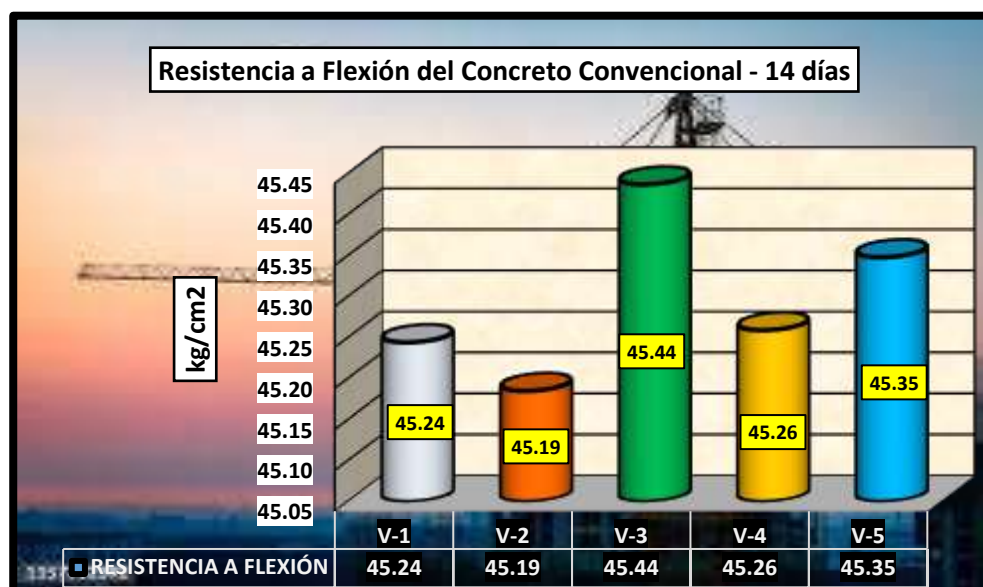
Esfuerzos a flexión del CP al día – 14

Resistencia a Flexión del Concreto Convencional - 14 días								
Viga	% de Adición	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	0.0%	15	15	50	3054.00	45.24	21.54%	14
V-2	0.0%	15	15	50	3050.00	45.19	21.52%	
V-3	0.0%	15	15	50	3067.00	45.44	21.64%	
V-4	0.0%	15	15	50	3055.00	45.26	21.55%	
V-5	0.0%	15	15	50	3061.00	45.35	21.59%	
\bar{X}						45.29	21.57%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP, el cual adquirió una resistencia promedio de 45.29 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 61

Esfuerzos a flexión del CP al día – 14



Se evidencia el esfuerzo a flexión al concreto patrón, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 21.57% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.1.3 Resistencia a Flexión del CP – 28 días

Tabla 50

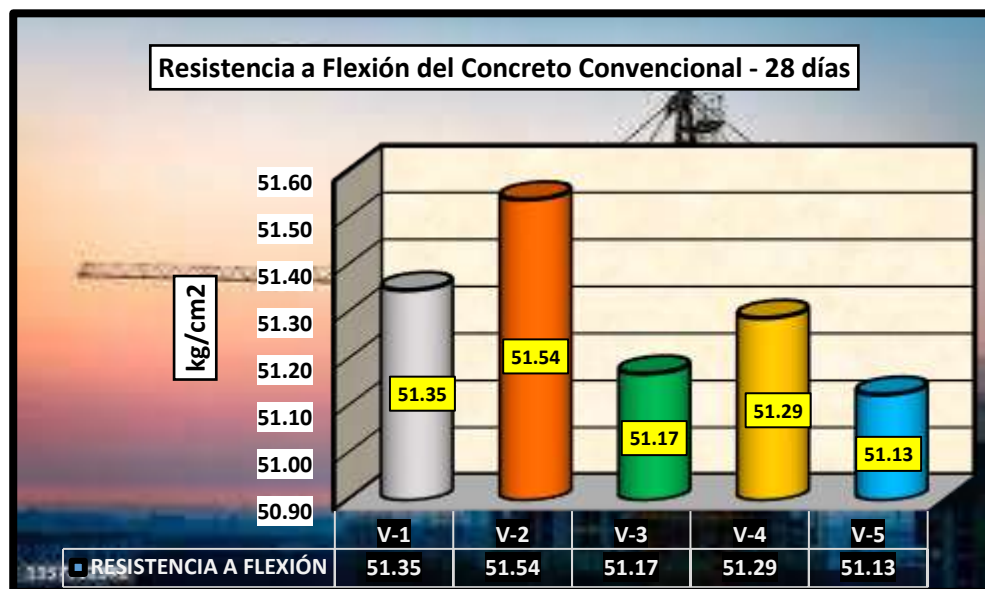
Esfuerzos a flexión del CP al día – 28

Resistencia a Flexión del Concreto Convencional - 28 días								
Viga	% de Adición	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	0.0%	15	15	50	3466.00	51.35	24.45%	28
V-2	0.0%	15	15	50	3479.00	51.54	24.54%	
V-3	0.0%	15	15	50	3454.00	51.17	24.37%	
V-4	0.0%	15	15	50	3462.00	51.29	24.42%	
V-5	0.0%	15	15	50	3451.00	51.13	24.35%	
\bar{X}						51.29	24.43%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP, el cual adquirió una resistencia promedio de 51.29 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 62

Esfuerzos a flexión del CP al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto patrón, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 24.43% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.5.2 Resistencia a Flexión del CP + Grafito en Polvo

4.5.2.1 Resistencia a flexión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo

Tabla 51

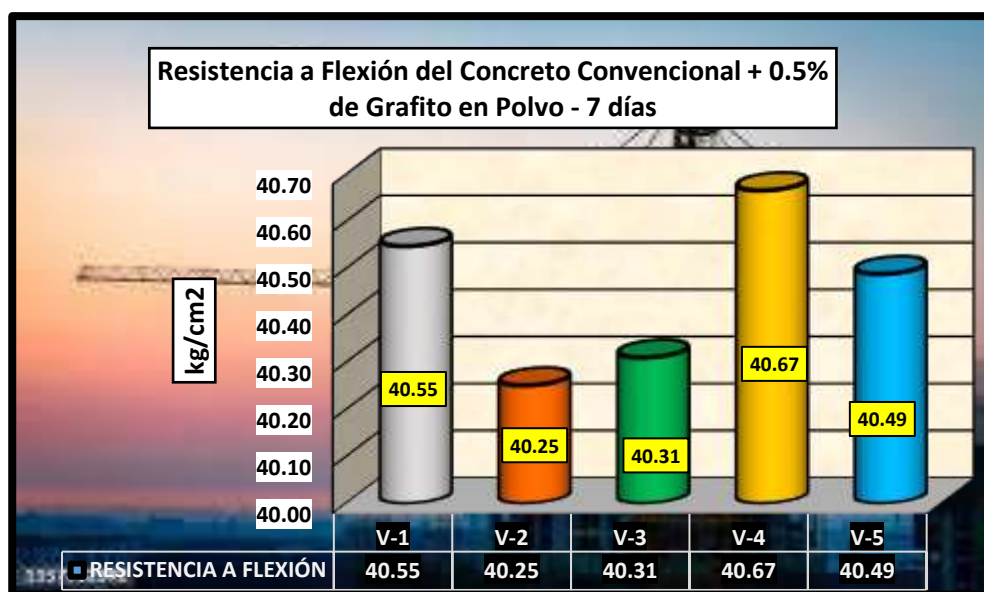
Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7

Resistencia a Flexión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo - 7 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	0.5%	15	15	50	2737.00	40.55	19.31%	7
V-2	0.5%	15	15	50	2717.00	40.25	19.17%	
V-3	0.5%	15	15	50	2721.00	40.31	19.20%	
V-4	0.5%	15	15	50	2745.00	40.67	19.37%	
V-5	0.5%	15	15	50	2733.00	40.49	19.28%	
\bar{X}						40.45	19.26%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 0.5% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 40.45 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 63

Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 7



Se evidencia el esfuerzo a flexión al concreto con el 0.5% de Grafito en Polvo, alcanzando 19.26% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.2.2 Resistencia a Flexión del Concreto + 0.5% de grafito en polvo 14 Días

Tabla 52

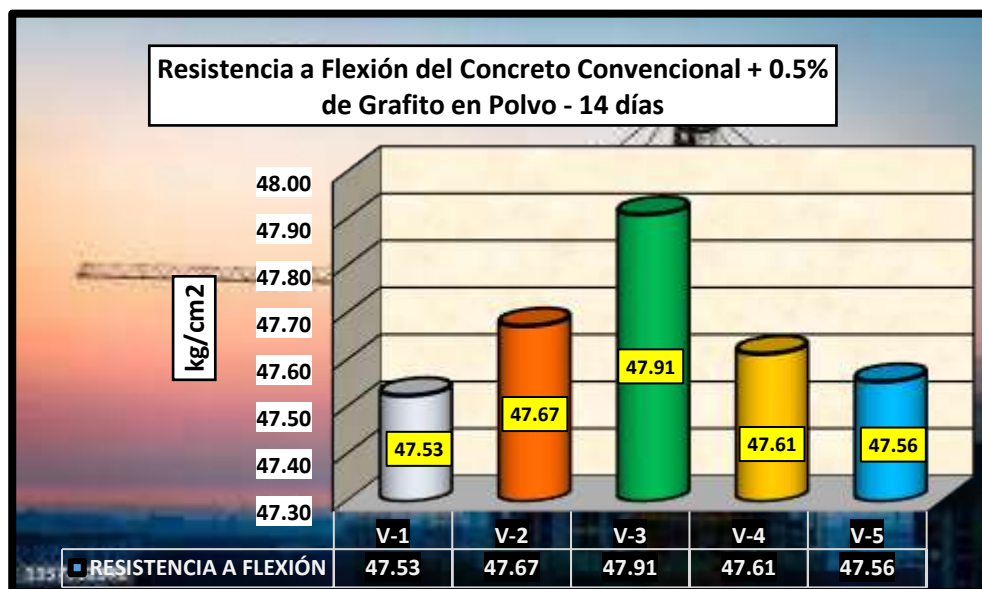
Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14

Resistencia a Flexión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo - 14 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	0.5%	15	15	50	3208.00	47.53	22.63%	14
V-2	0.5%	15	15	50	3218.00	47.67	22.70%	
V-3	0.5%	15	15	50	3234.00	47.91	22.81%	
V-4	0.5%	15	15	50	3214.00	47.61	22.67%	
V-5	0.5%	15	15	50	3210.00	47.56	22.65%	
\bar{X}						47.66	22.69%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 0.5% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 47.66 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 64

Esfuerzo a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 0.5% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 22.69% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.2.3 Resistencia a Flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo a 28 Días

Tabla 53

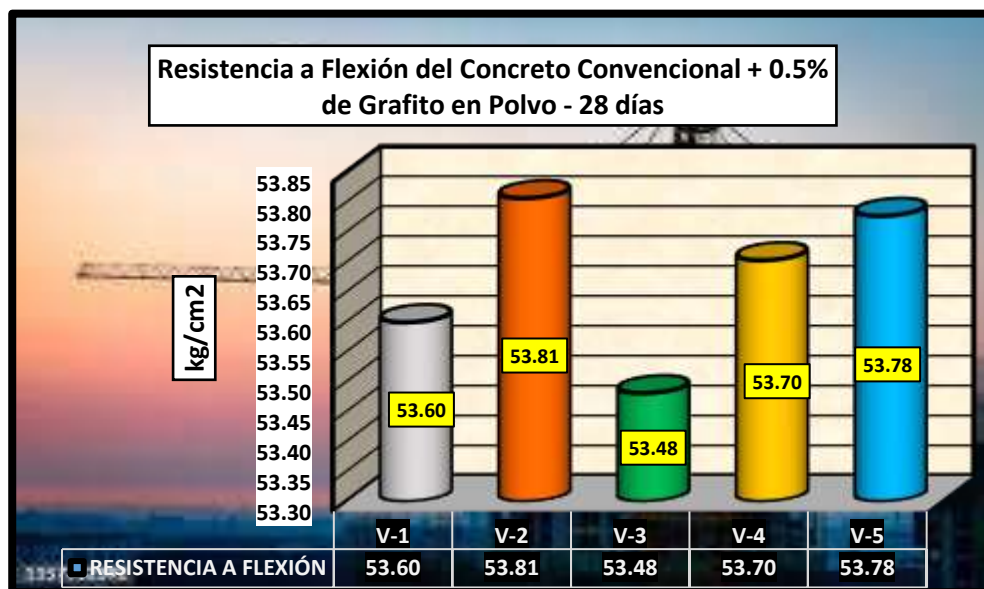
Esfuerzos a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28

Resistencia a Flexión del CP + 0.5% de Grafito en Polvo - 28 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	0.5%	15	15	50	3618.00	53.60	25.52%	28
V-2	0.5%	15	15	50	3632.00	53.81	25.62%	
V-3	0.5%	15	15	50	3610.00	53.48	25.47%	
V-4	0.5%	15	15	50	3625.00	53.70	25.57%	
V-5	0.5%	15	15	50	3630.00	53.78	25.61%	
\bar{X}						53.67	25.56%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 0.5% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 53.67 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 65

Esfuerzo a flexión del CP + 0.5% de grafito en polvo al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 0.5% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 25.56% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.5.2.4 Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de Grafito en Polvo a 7 Días

Tabla 54

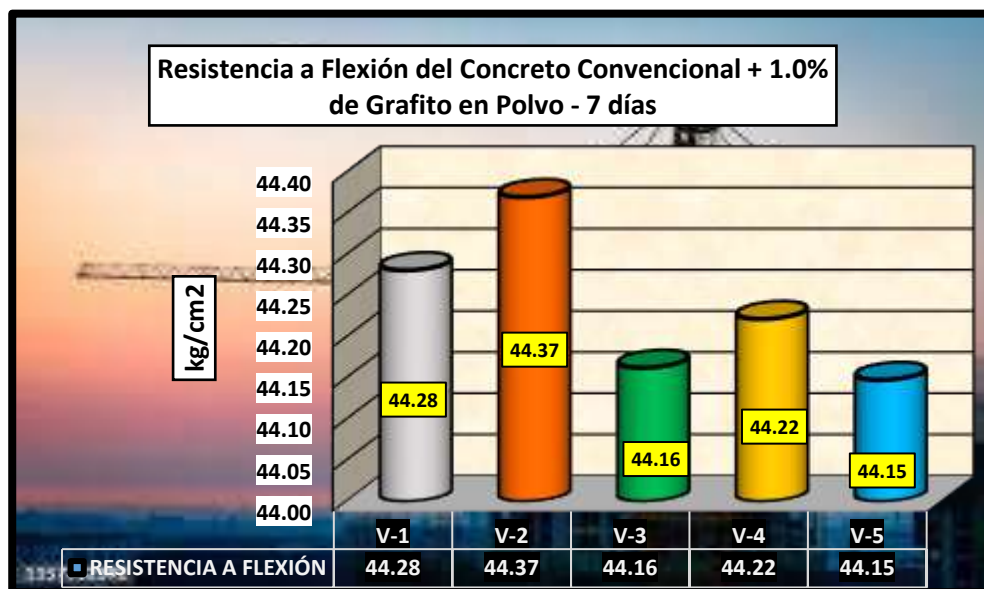
Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7

Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	1.0%	15	15	50	2989.00	44.28	21.09%	7
V-2	1.0%	15	15	50	2995.00	44.37	21.13%	
V-3	1.0%	15	15	50	2981.00	44.16	21.03%	
V-4	1.0%	15	15	50	2985.00	44.22	21.06%	
V-5	1.0%	15	15	50	2980.00	44.15	21.02%	
\bar{X}						44.24	21.07%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 1.0% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 44.24 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 66

Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 1.0% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 21.07% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.2.5 Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo a 14 Días

Tabla 55

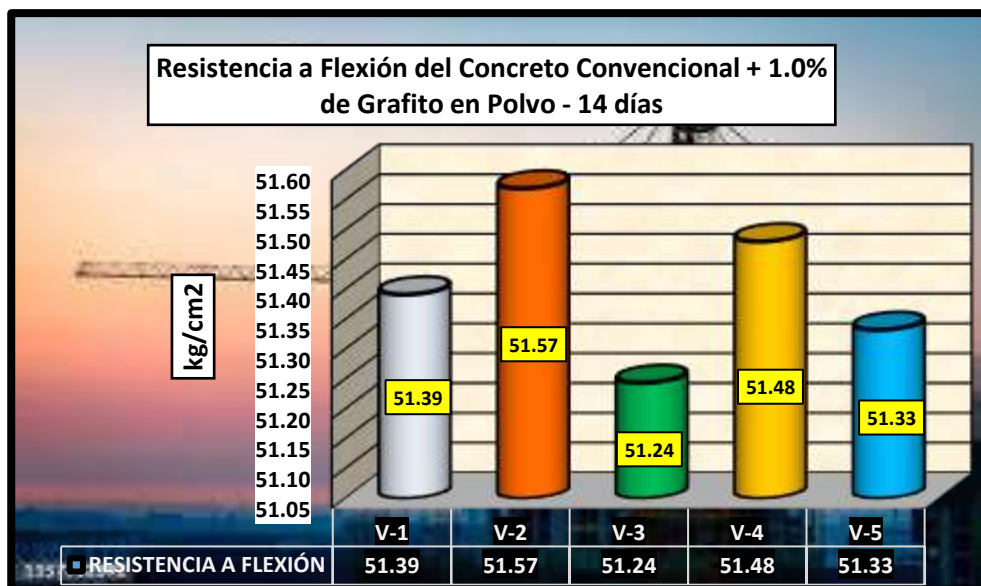
Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14

Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	1.0%	15	15	50	3469.00	51.39	24.47%	14
V-2	1.0%	15	15	50	3481.00	51.57	24.56%	
V-3	1.0%	15	15	50	3459.00	51.24	24.40%	
V-4	1.0%	15	15	50	3475.00	51.48	24.51%	
V-5	1.0%	15	15	50	3465.00	51.33	24.44%	
\bar{X}						51.40	24.48%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 1.0% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 51.40 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 67

Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 1.0% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 24.48% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.2.6 Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo a 28 Días

Tabla 56

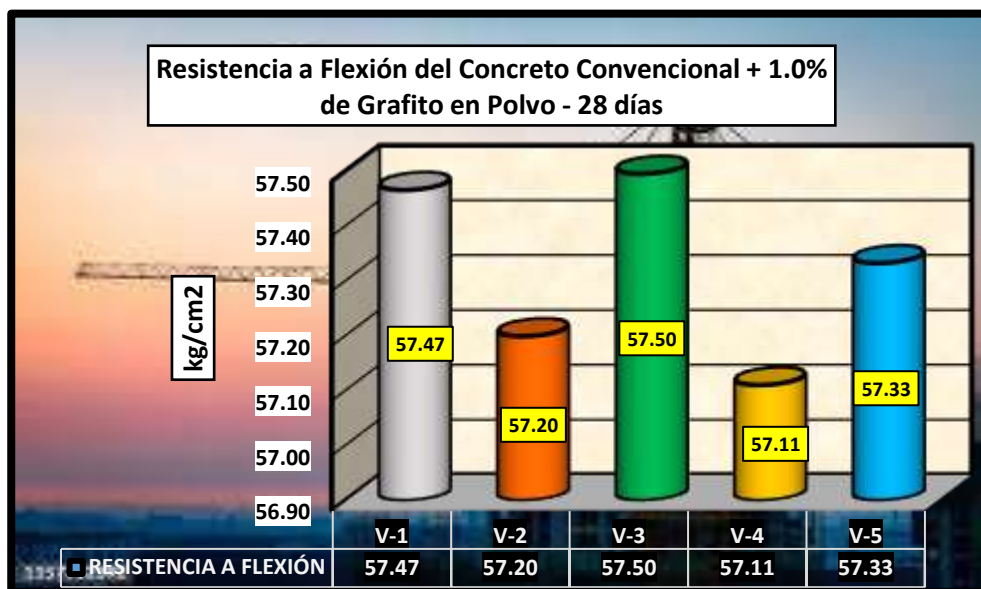
Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28

Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de Grafito en Polvo - 28 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	1.0%	15	15	50	3879.00	57.47	27.37%	28
V-2	1.0%	15	15	50	3861.00	57.20	27.24%	
V-3	1.0%	15	15	50	3881.00	57.50	27.38%	
V-4	1.0%	15	15	50	3855.00	57.11	27.20%	
V-5	1.0%	15	15	50	3870.00	57.33	27.30%	
\bar{X}						57.32	27.30%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 1.0% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 57.32 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 68

Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de grafito en polvo al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 1.0% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 27.30% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.5.2.7 Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo a 7 Días

Tabla 57

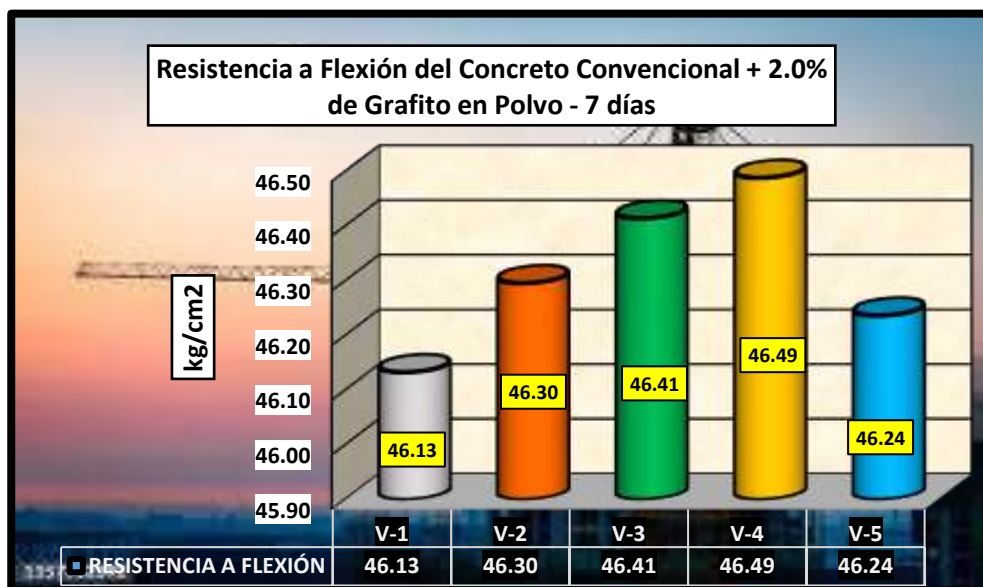
Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7

Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo - 7 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	2.0%	15	15	50	3114.00	46.13	21.97%	7
V-2	2.0%	15	15	50	3125.00	46.30	22.05%	
V-3	2.0%	15	15	50	3133.00	46.41	22.10%	
V-4	2.0%	15	15	50	3138.00	46.49	22.14%	
V-5	2.0%	15	15	50	3121.00	46.24	22.02%	
\bar{X}						46.31	22.05%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 2.0% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 46.31 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 69

Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 2.0% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 22.05% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.2.8 Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo a 14 Días

Tabla 58

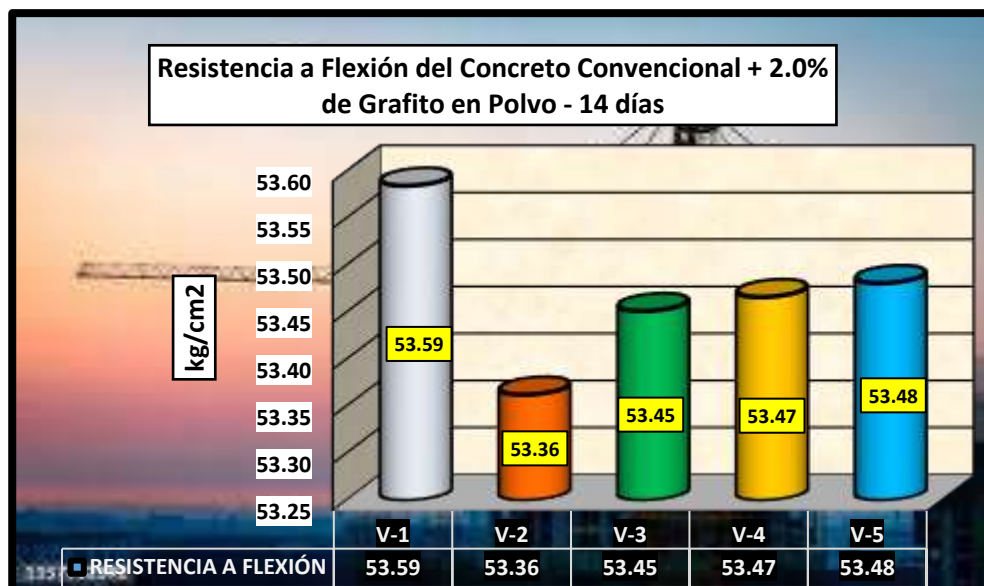
Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14

Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo - 14 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	2.0%	15	15	50	3617.00	53.59	25.52%	14
V-2	2.0%	15	15	50	3602.00	53.36	25.41%	
V-3	2.0%	15	15	50	3608.00	53.45	25.45%	
V-4	2.0%	15	15	50	3609.00	53.47	25.46%	
V-5	2.0%	15	15	50	3610.00	53.48	25.47%	
\bar{X}						53.47	25.46%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 2.0% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 53.47 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 70

Esfuerzo a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 2.0% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 25.46% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.2.9 Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo a 28 Días

Tabla 59

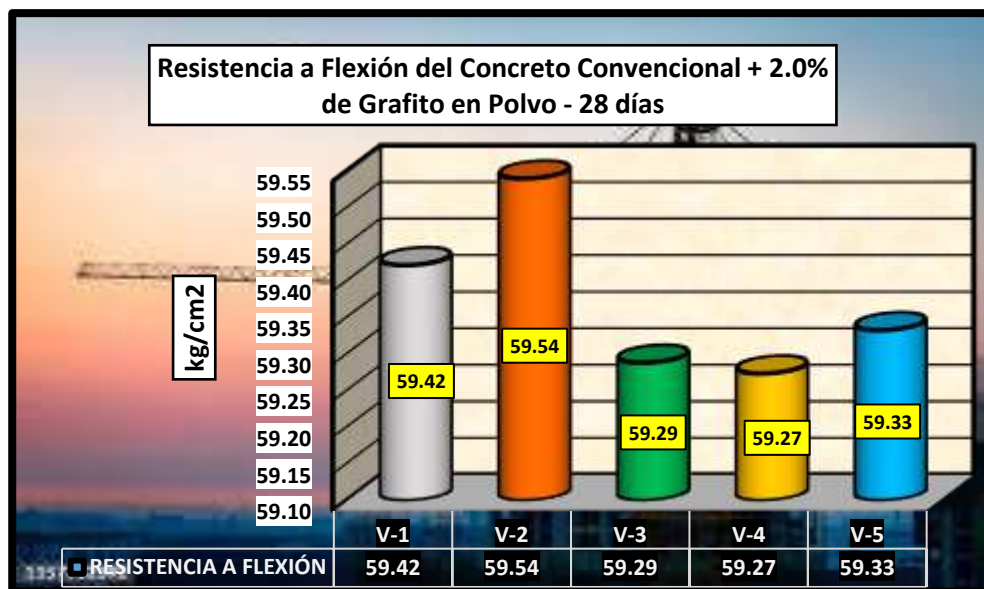
Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28

Resistencia a Flexión del CP + 2.0% de Grafito en Polvo - 28 días								
Viga	% de Grafito en Polvo	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	2.0%	15	15	50	4011.00	59.42	28.30%	28
V-2	2.0%	15	15	50	4019.00	59.54	28.35%	
V-3	2.0%	15	15	50	4002.00	59.29	28.23%	
V-4	2.0%	15	15	50	4001.00	59.27	28.23%	
V-5	2.0%	15	15	50	4005.00	59.33	28.25%	
\bar{X}						59.37	28.27%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 2.0% de Grafito en Polvo, el cual adquirió una resistencia promedio de 59.37 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 71

Esfuerzos a flexión del CP + 2.0% de grafito en polvo al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 2.0% de Grafito en Polvo, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 28.27% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.5.3 Resistencia a Flexión del CP + Fibra de Acero reciclado

4.5.3.1 Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado

Tabla 60

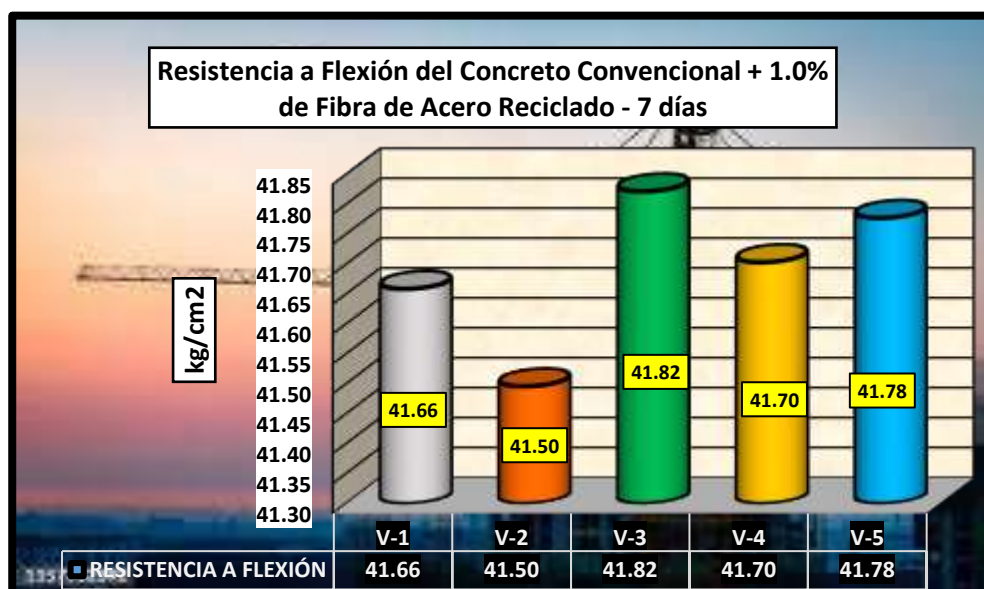
Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7

Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado - 7 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	1.0%	15	15	50	2812.00	41.66	19.84%	7
V-2	1.0%	15	15	50	2801.00	41.50	19.76%	
V-3	1.0%	15	15	50	2823.00	41.82	19.92%	
V-4	1.0%	15	15	50	2815.00	41.70	19.86%	
V-5	1.0%	15	15	50	2820.00	41.78	19.89%	
\bar{X}						41.69	19.85%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 41.69 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 72

Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 19.85% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.3.2 Esfuerzo a Flexión CP + 1.0% fibra de acero reciclado a 14 Días

Tabla 61

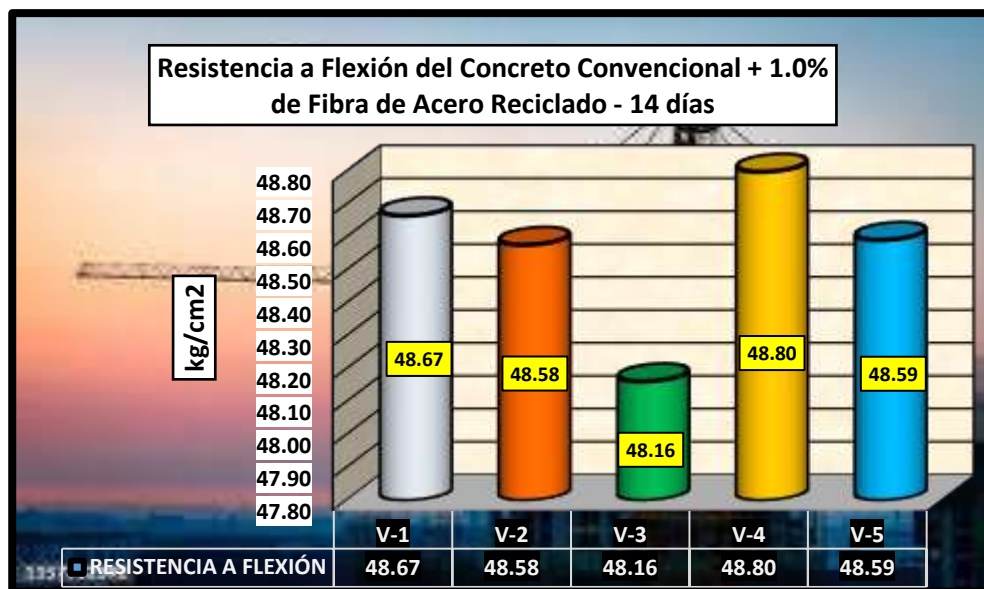
Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14

Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado - 14 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	1.0%	15	15	50	3285.00	48.67	23.17%	14
V-2	1.0%	15	15	50	3279.00	48.58	23.13%	
V-3	1.0%	15	15	50	3251.00	48.16	22.93%	
V-4	1.0%	15	15	50	3294.00	48.80	23.24%	
V-5	1.0%	15	15	50	3280.00	48.59	23.14%	
\bar{X}						48.56	23.12%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 48.56 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 73

Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 23.12% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.3.3 Esfuerzo a Flexión CP + 1.0% de fibra de acero reciclado a 28 Días

Tabla 62

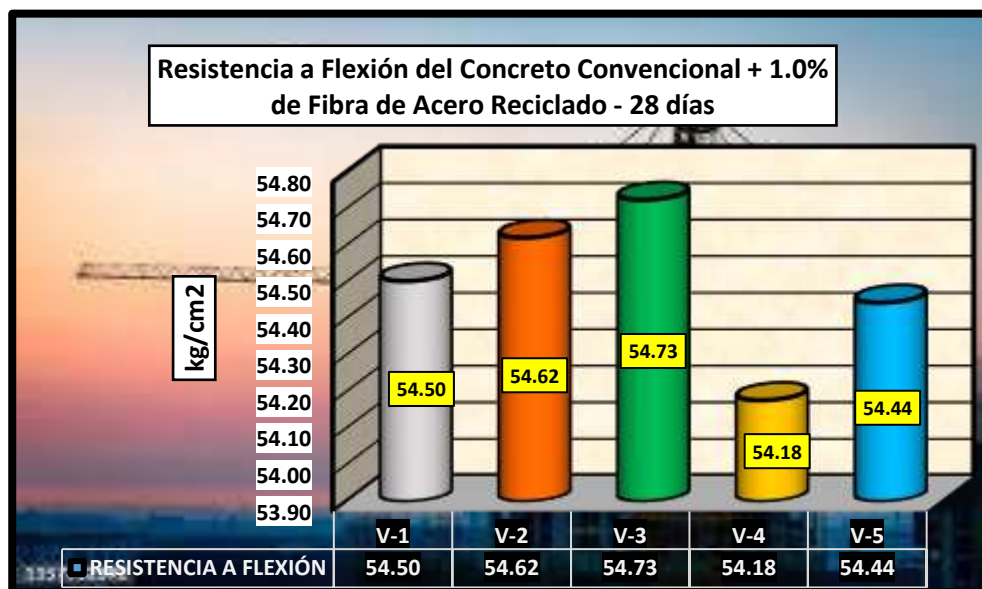
Esfuerzos a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28

Resistencia a Flexión del CP + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado - 28 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	1.0%	15	15	50	3679.00	54.50	25.95%	28
V-2	1.0%	15	15	50	3687.00	54.62	26.01%	
V-3	1.0%	15	15	50	3694.00	54.73	26.06%	
V-4	1.0%	15	15	50	3657.00	54.18	25.80%	
V-5	1.0%	15	15	50	3675.00	54.44	25.93%	
\bar{X}						54.49	25.95%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 54.49 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 74

Esfuerzo a flexión del CP + 1.0% de fibra de acero reciclado al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 1.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 25.95% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.5.3.4 Esfuerzo a Flexión CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado a 7 Días

Tabla 63

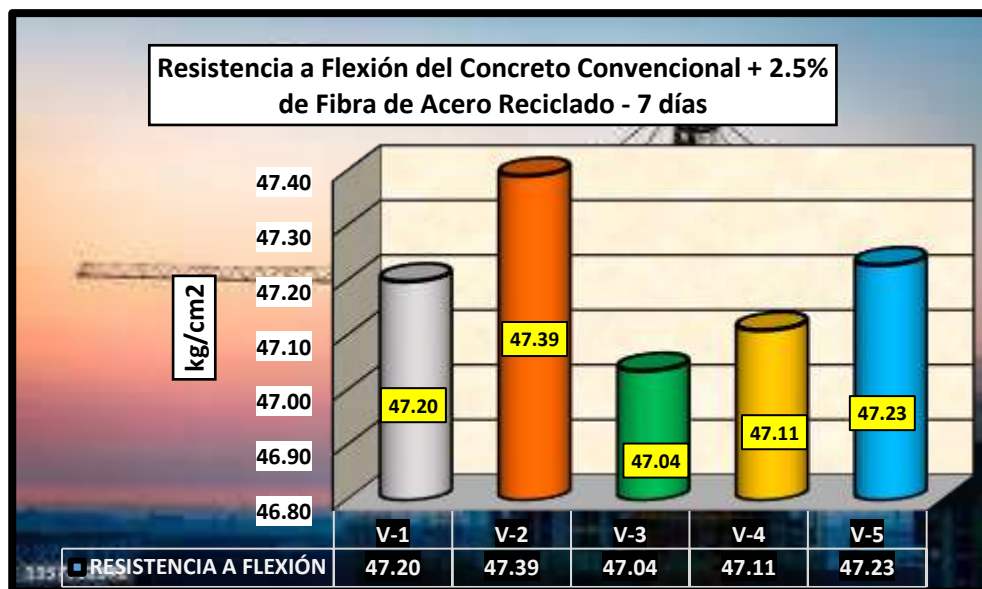
Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7

Resistencia a Flexión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado - 7 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	2.5%	15	15	50	3186.00	47.20	22.48%	7
V-2	2.5%	15	15	50	3199.00	47.39	22.57%	
V-3	2.5%	15	15	50	3175.00	47.04	22.40%	
V-4	2.5%	15	15	50	3180.00	47.11	22.43%	
V-5	2.5%	15	15	50	3188.00	47.23	22.49%	
\bar{X}						47.19	22.47%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 47.19 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 75

Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 22.47% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.3.5 Esfuerzo a Flexión CP + 2.5% de fibra de acero reciclado a 14 Días

Tabla 64

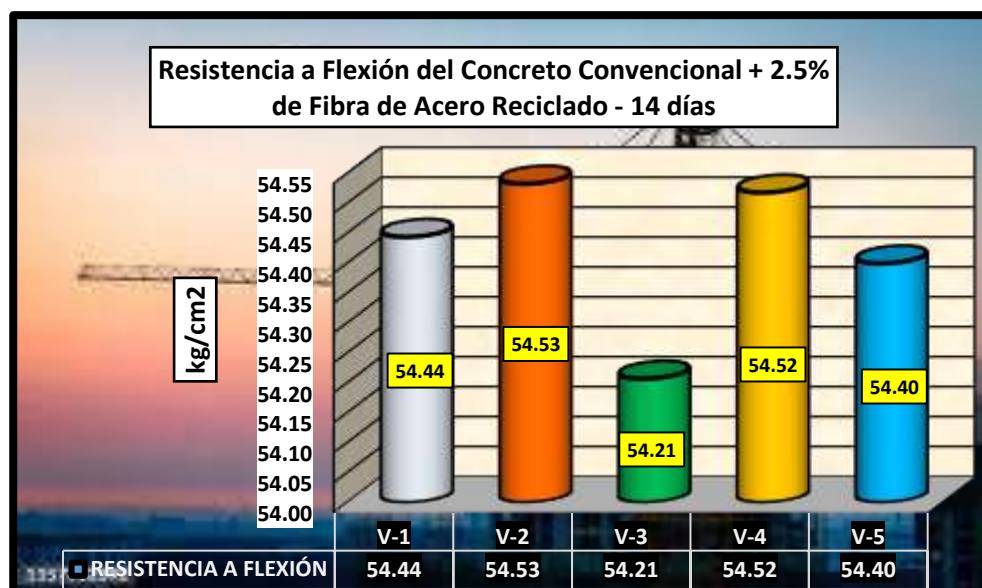
Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14

Resistencia a Flexión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado - 14 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	2.5%	15	15	50	3675.00	54.44	25.93%	14
V-2	2.5%	15	15	50	3681.00	54.53	25.97%	
V-3	2.5%	15	15	50	3659.00	54.21	25.81%	
V-4	2.5%	15	15	50	3680.00	54.52	25.96%	
V-5	2.5%	15	15	50	3672.00	54.40	25.90%	
\bar{X}						54.42	25.91%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 54.42 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 76

Esfuerzo a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 25.91% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.3.6 Esfuerzo a Flexión CP + 2.5% de fibra de acero reciclado a 28 Días

Tabla 65

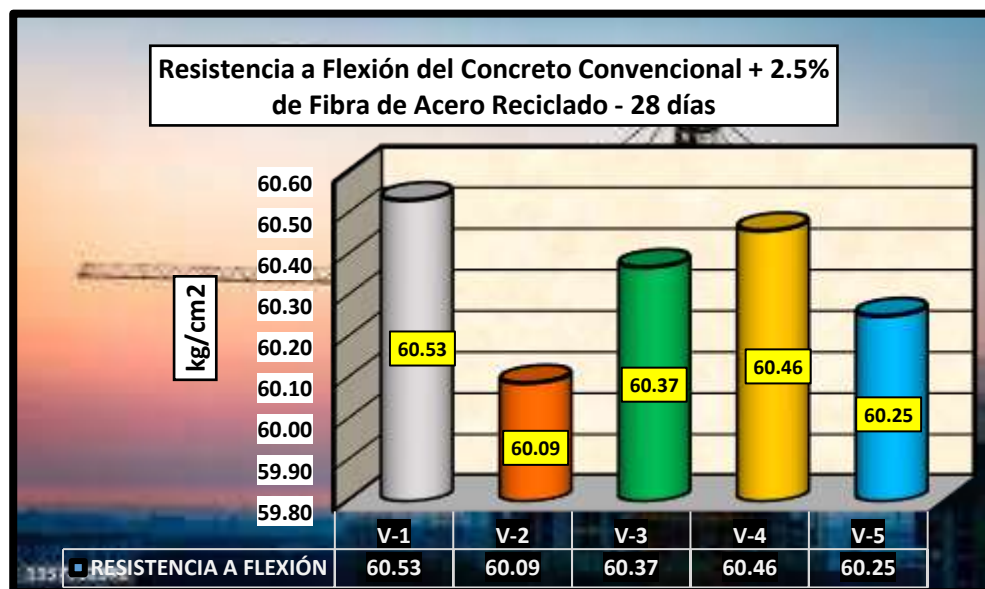
Esfuerzos a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28

Resistencia a Flexión del CP + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado - 28 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	2.5%	15	15	50	4086.00	60.53	28.83%	28
V-2	2.5%	15	15	50	4056.00	60.09	28.61%	
V-3	2.5%	15	15	50	4075.00	60.37	28.75%	
V-4	2.5%	15	15	50	4081.00	60.46	28.79%	
V-5	2.5%	15	15	50	4067.00	60.25	28.69%	
\bar{X}						60.34	28.73%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 60.34 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 77

Esfuerzo a flexión del CP + 2.5% de fibra de acero reciclado al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 2.5% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 28.73% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.5.3.7 Esfuerzo a Flexión CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado a 7 Días

Tabla 66

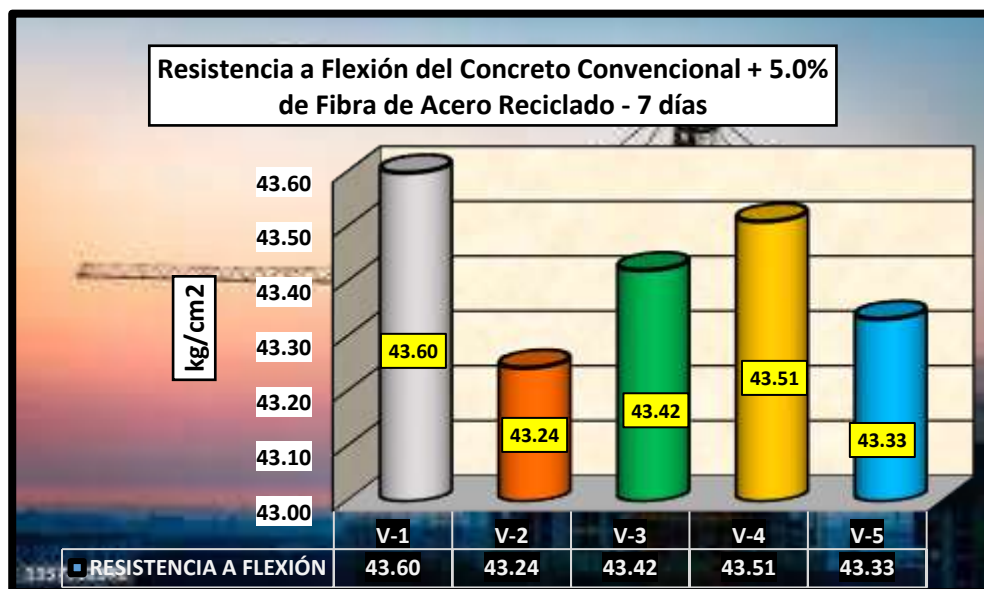
Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7

Resistencia a Flexión del CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado - 7 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	5.0%	15	15	50	2943.00	43.60	20.76%	7
V-2	5.0%	15	15	50	2919.00	43.24	20.59%	
V-3	5.0%	15	15	50	2931.00	43.42	20.68%	
V-4	5.0%	15	15	50	2937.00	43.51	20.72%	
V-5	5.0%	15	15	50	2925.00	43.33	20.63%	
\bar{X}						43.42	20.68%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 43.42 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

Figura 78

Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 7



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 20.68% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la primera semana de fraguado.

4.5.3.8 Esfuerzo a Flexión CP + 5.0% de fibra de acero reciclado a 14 Días

Tabla 67

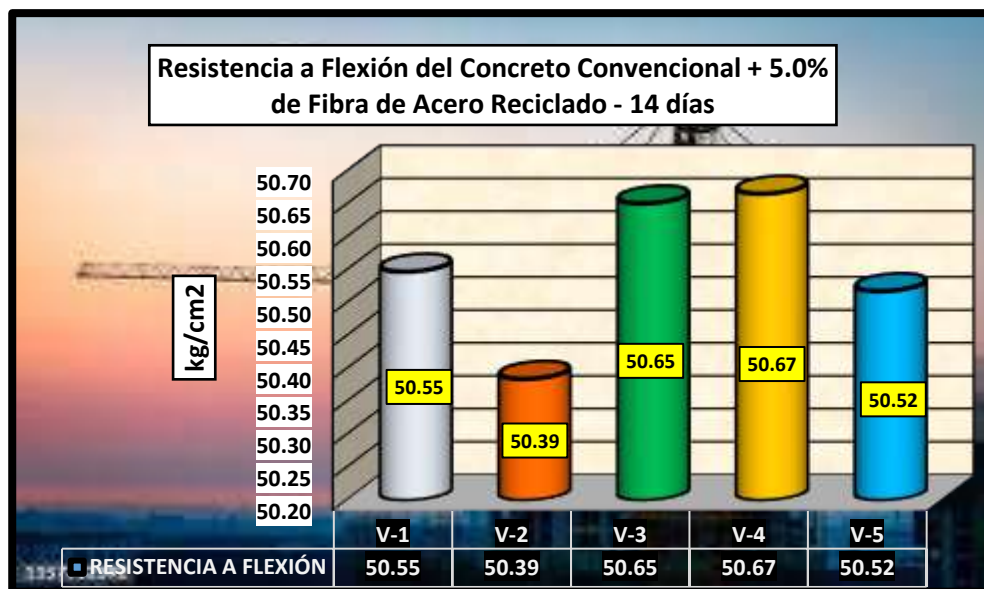
Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14

Resistencia a Flexión del CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado - 14 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	5.0%	15	15	50	3412.00	50.55	24.07%	14
V-2	5.0%	15	15	50	3401.00	50.39	23.99%	
V-3	5.0%	15	15	50	3419.00	50.65	24.12%	
V-4	5.0%	15	15	50	3420.00	50.67	24.13%	
V-5	5.0%	15	15	50	3410.00	50.52	24.06%	
\bar{X}						50.55	24.07%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 50.55 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

Figura 79

Esfuerzo a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 14



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 24.07% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la segunda semana de fraguado.

4.5.3.9 Esfuerzo a Flexión CP + 5.0% de fibra de acero reciclado a 28 Días

Tabla 68

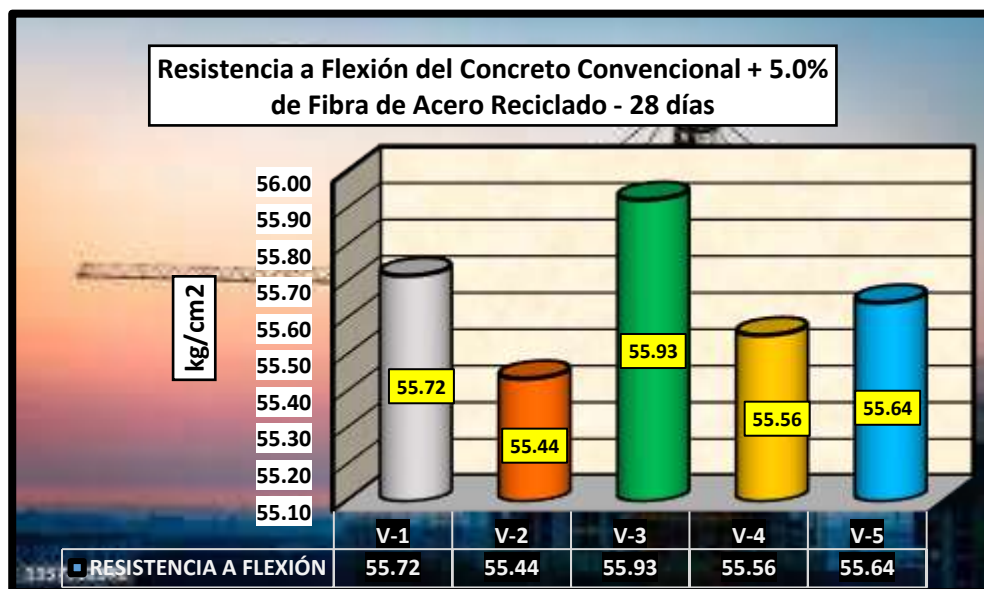
Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28

Resistencia a Flexión del CP + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado - 28 días								
Viga	% de Fibra de Acero	Promedio			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión	210 kg/cm ² % Alcanzado	Días
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
V-1	5.0%	15	15	50	3761.00	55.72	26.53%	28
V-2	5.0%	15	15	50	3742.00	55.44	26.40%	
V-3	5.0%	15	15	50	3775.00	55.93	26.63%	
V-4	5.0%	15	15	50	3750.00	55.56	26.46%	
V-5	5.0%	15	15	50	3756.00	55.64	26.50%	
\bar{X}						55.66	26.50%	

En la tabla se evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al CP con 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual adquirió una resistencia promedio de 55.66 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

Figura 80

Esfuerzos a flexión del CP + 5.0% de fibra de acero reciclado al día – 28



La figura evidencia datos adquiridos mediante el esfuerzo a flexión al concreto con el 5.0% de Fibra de Acero Reciclado, el cual alcanzo un porcentaje promedio de 26.50% de acuerdo al diseño 210 kg/cm², en la cuarta semana de fraguado.

4.6 Resumen de pruebas realizadas

4.6.1 Asentamiento del concreto al añadir Grafito en Polvo

Tabla 69

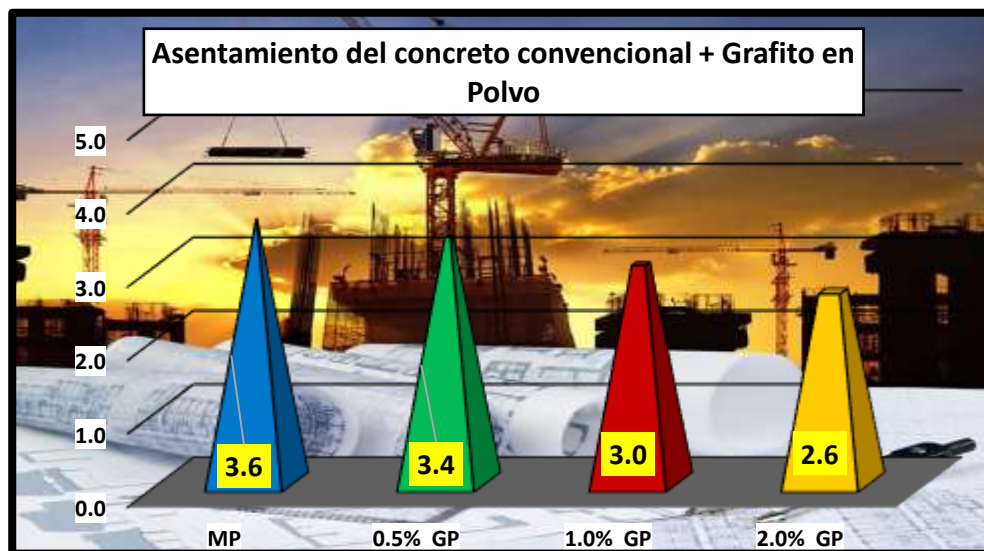
Comparativos de las consistencias logradas

Asentamiento del concreto convencional			
Mezclas	Rango Pulg.	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
Muestra Patrón		210	3.6
Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo	(3-4)	210	3.4
Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	3.0
Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.6

La tabla muestra que al aumentar el porcentaje de grafito en polvo (0.5%, 1.0%, 2.0%), el slump del concreto disminuye de 3.6" a 2.6", indicando menor trabajabilidad, mientras que la resistencia diseñada (210 kg/cm²) se mantiene constante.

Figura 81

Resumen del Asentamiento del concreto convencional



La gráfica resume el asentamiento (slump) del concreto hidráulico convencional y con adiciones de grafito en polvo (GP). Se observa que el slump disminuye progresivamente de 3.6 pulgadas en la muestra patrón (MP) a 3.4, 3.0 y 2.6 pulgadas con la incorporación de 0.5%, 1.0% y 2.0% de GP, respectivamente. Esto indica que, al incrementar el porcentaje de grafito, se reduce la trabajabilidad del concreto.

4.6.2 Asentamiento del concreto con la añadir de Fibra de Acero Reciclado

Tabla 70

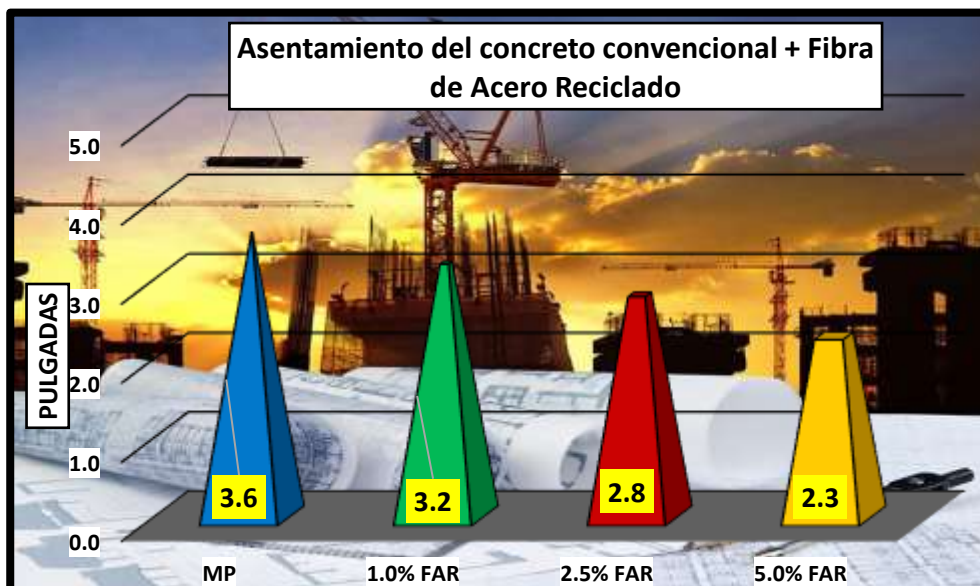
Comparativos de las consistencias logradas

Asentamiento del concreto convencional			
Mezclas	Rango Pulg.	f'c (kg/cm ²)	slump (plg)
Muestra Patrón	(3-4)	210	3.6
Concreto Patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado		210	3.2
Concreto Patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado		210	2.8
Concreto Patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado		210	2.3

La tabla muestra que el slump del concreto disminuye de 3.6" en la muestra patrón a 3.2", 2.8" y 2.3" al agregar 1.0%, 2.5% y 5.0% de fibra de acero reciclado, manteniendo una resistencia de 210 kg/cm². Esto refleja una reducción de la trabajabilidad con mayor adición de fibra.

Figura 82

Resumen del Asentamiento del concreto convencional



La gráfica muestra que el asentamiento (slump) del concreto disminuye progresivamente de 3.6" en la (MP) a 3.2, 2.8 y 2.3 pulgadas al incorporar 1.0%, 2.5% y 5.0% de (FAR), respectivamente. Esto indica que a mayor porcentaje de fibra, disminuye la trabajabilidad del concreto.

4.6.3 Asentamiento del concreto con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Tabla 71

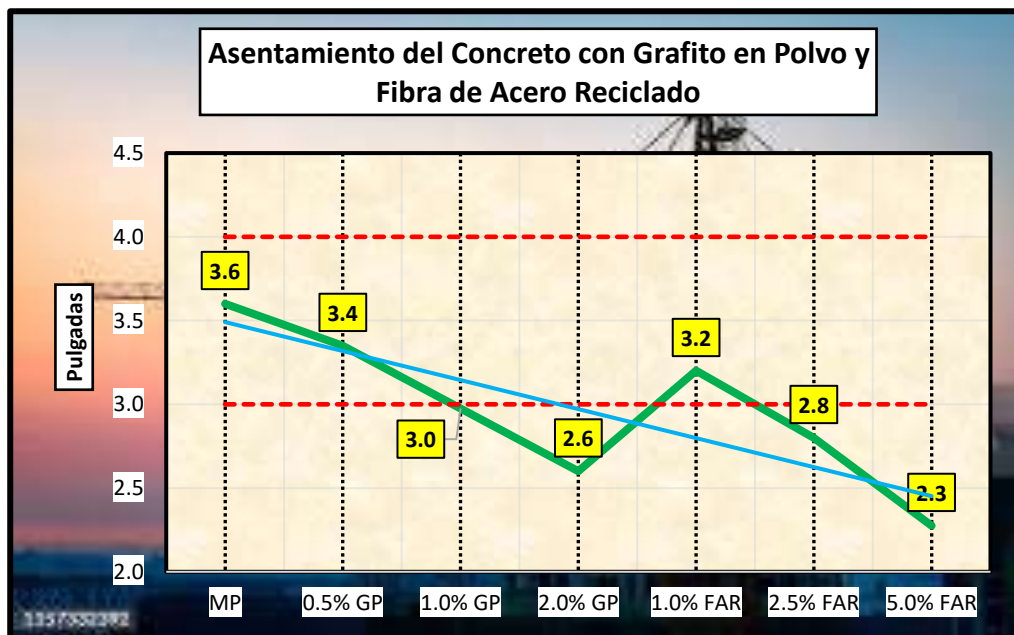
Asentamiento del concreto con Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado

ASENTAMIENTO	
Muestras	slump (plg)
Muestra Patrón	3.6
Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo	3.4
Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo	3.0
Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo	2.6
Concreto Patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado	3.2
Concreto Patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado	2.8
Concreto Patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado	2.3

La tabla evidencia que el concreto disminuye al añadir grafito en polvo (de 3.6" a 2.6") y fibra de acero reciclado (de 3.6" a 2.3"), evidenciando una reducción de la trabajabilidad con mayores porcentajes de aditivos.

Figura 83

Asentamiento del concreto con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que el slump del concreto disminuye progresivamente al incrementar los porcentajes de grafito en polvo (de 3.6" a 2.6") y fibra de acero reciclado (de 3.6" a 2.3"). Esto evidencia que ambos aditivos reducen la trabajabilidad del concreto con mayores dosis.

4.6.4 Comparativos de resistencia a compresión

4.6.4.1 Resistencia a compresión con aguas grafito en polvo al día 7

Tabla 72

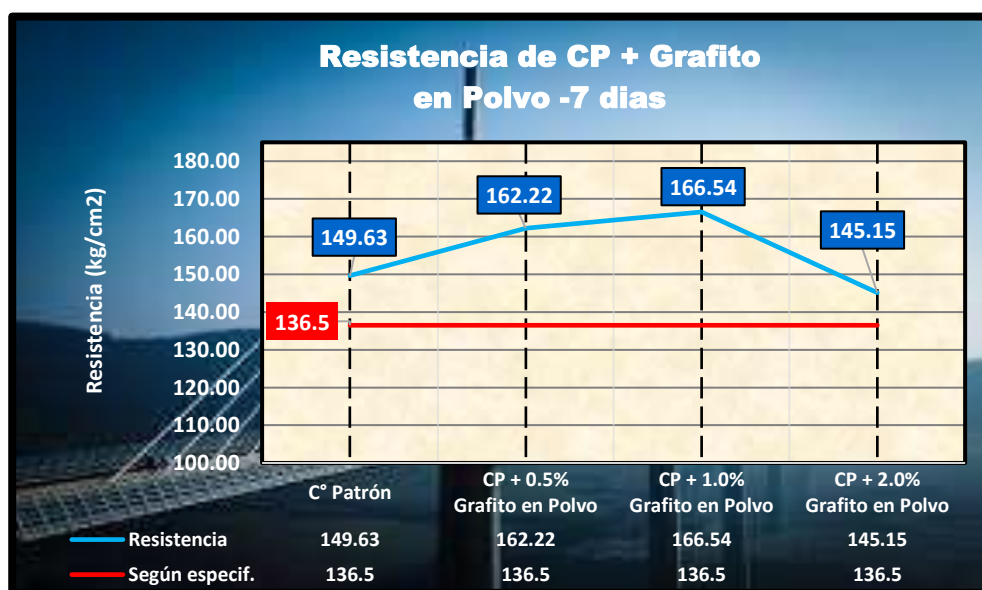
Esfuerzo a compresión al día 7

Muestra	Comparación de Resistencia – 7 días			
	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
C° Patrón	149.63	136.5	109.62%	9.62%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	162.22		118.84%	18.84%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	166.54		122.01%	22.01%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	145.15		106.34%	6.34%

La tabla muestra que la rotura a compresión al día 7 mejora con 0.5% y 1.0% de grafito (118.84% y 122.01%), pero disminuye con 2.0% (106.34%), indicando que dosis más altas afectan negativamente el desempeño.

Figura 84

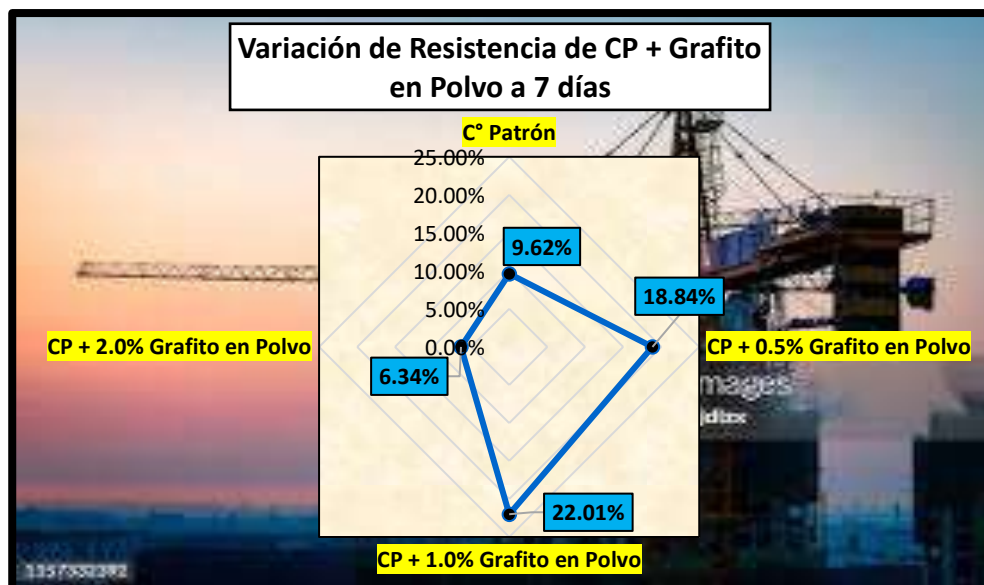
Esfuerzo a compresión al día 7



La gráfica muestra la resistencia a compresión al día 7 del concreto con grafito en polvo. La resistencia aumenta con 0.5% (162.22 kg/cm²) y 1.0% (166.54 kg/cm²), superando el diseño especificado (136.5 kg/cm²). Sin embargo, disminuye con 2.0% (145.15 kg/cm²), indicando que mayores dosis afectan negativamente el desempeño.

Figura 85

Variación en porcentaje de la resistencia con grafito en polvo en el día 7



La gráfica muestra la variación porcentual de la resistencia a compresión al día 7 con grafito en polvo. La resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% (18.84% y 22.01%), pero disminuye con 2.0% (6.34%), destacando que mayores dosis reducen su efectividad.

4.6.4.2 Resistencia a compresión con grafito en polvo al día 14

Tabla 73

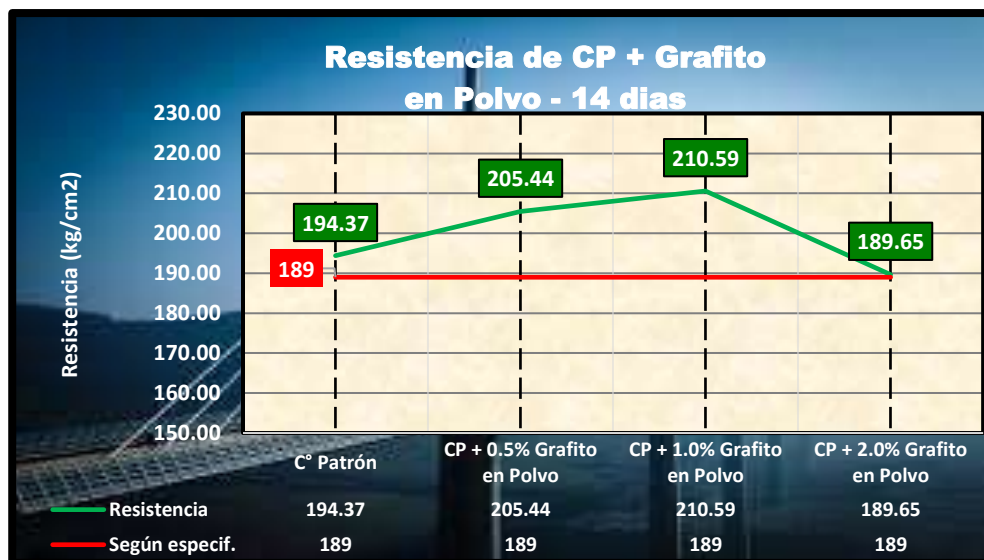
Esfuerzo a compresión al día 14

Muestra	Comparación de Resistencia – 14 días			
	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
C° Patrón	194.37		102.84%	2.84%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	205.44	189	108.70%	8.70%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	210.59		111.42%	11.42%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	189.65		100.34%	0.34%

La tabla muestra que al día 14, la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito (8.70% y 11.42%), pero con 2.0% alcanza solo un 0.34%, indicando menor efectividad con dosis mayores.

Figura 86

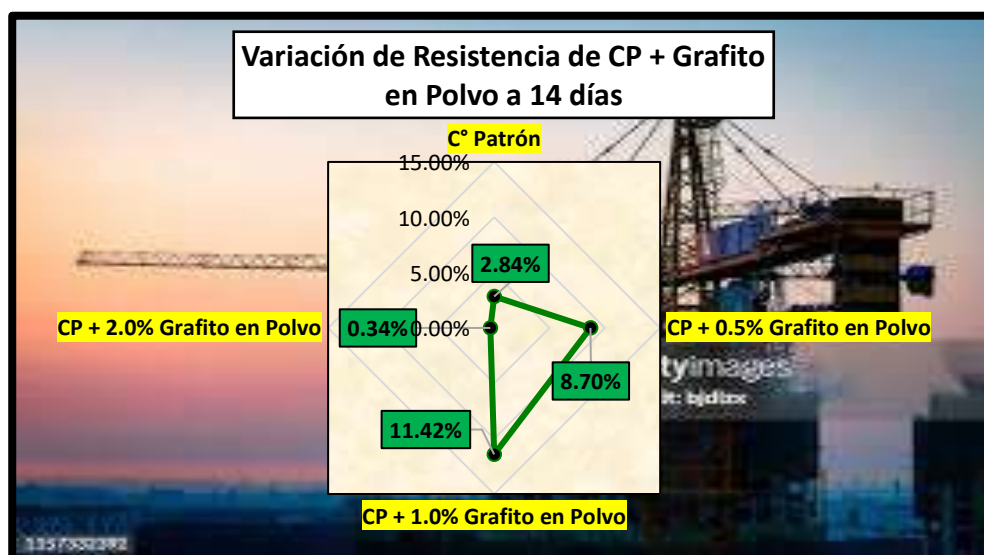
Esfuerzo a compresión al día 14



La gráfica muestra la resistencia a compresión al día 14. Con 0.5% y 1.0% de grafito, la resistencia aumenta a 205.44 y 210.59 kg/cm², superando el diseño (189 kg/cm²). Con 2.0%, desciende a 189.65 kg/cm², indicando menor efectividad con dosis más altas.

Figura 87

Variación en porcentaje de la resistencia con grafito en polvo en el día 14



La gráfica muestra que la resistencia al día 14 aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito (8.70% y 11.42%) pero disminuye con 2.0% obteniendo solo un incremento de(0.34%), evidenciando menor efectividad en dosis altas.

4.6.4.3 Resistencia a compresión con grafito en polvo al día 28

Tabla 74

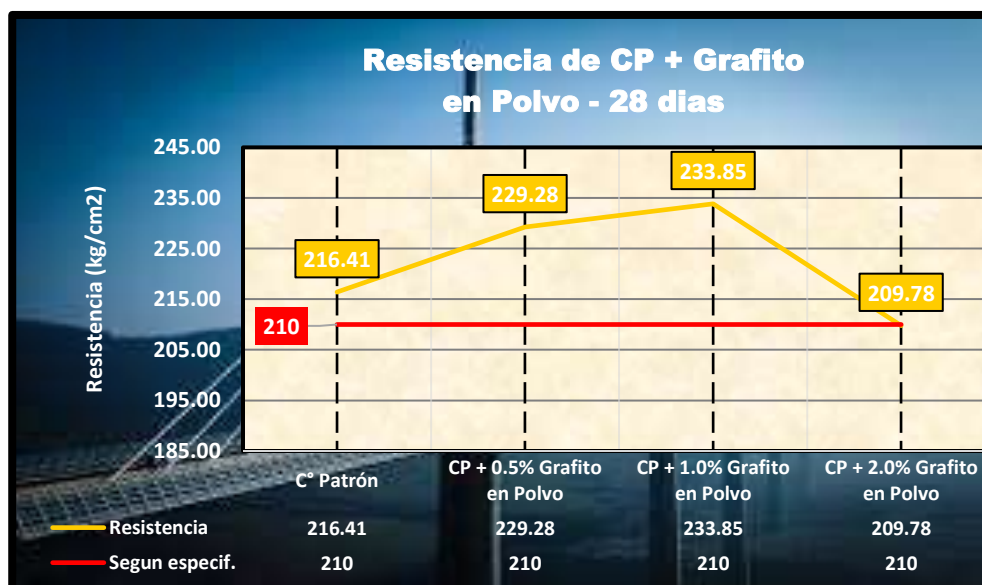
Esfuerzo a compresión al día 28

Muestra	Comparación de Resistencia – 28 días			
	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
C° Patrón	216.41	210	103.05%	3.05%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	229.28		109.18%	9.18%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	233.85		111.36%	11.36%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	209.78		99.90%	-0.10%

La tabla muestra la resistencia a compresión al día 28. Con 0.5% y 1.0% de grafito, la resistencia aumenta a 229.28 kg/cm² (9.18%) y 233.85 kg/cm² (11.36%). Sin embargo, con 2.0% disminuye a 209.78 kg/cm² (-0.10%), mostrando menor eficacia con mayores dosis.

Figura 88

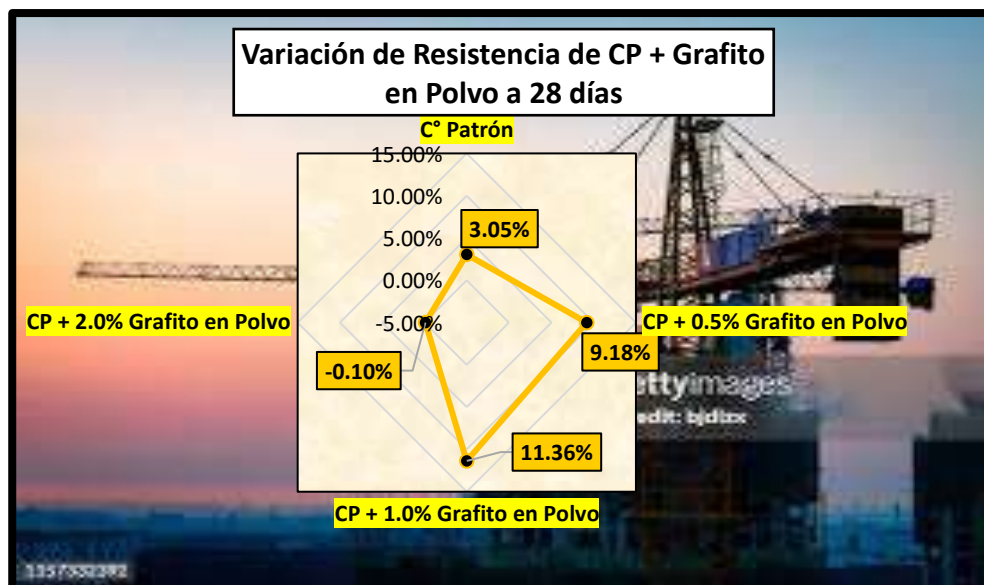
Esfuerzo a compresión al día 28



La gráfica muestra la resistencia a compresión al día 28. Con 0.5% y 1.0% de grafito, la resistencia aumenta a 229.28 y 233.85 kg/cm², superando el diseño (210 kg/cm²). Con 2.0%, disminuye a 209.78 kg/cm², indicando menor efectividad con dosis más altas.

Figura 89

Variación en porcentaje de la resistencia con grafito en polvo en el día 28



La gráfica muestra la variación de la resistencia al día 28. Con 0.5% y 1.0% de grafito, la resistencia aumenta 9.18% y 11.36%, respectivamente, mientras que con 2.0% disminuye -0.10%, indicando menor eficacia en dosis altas.

4.6.4.4 Resistencia a compresión con fibras de acero reciclado en el día 7

Tabla 75

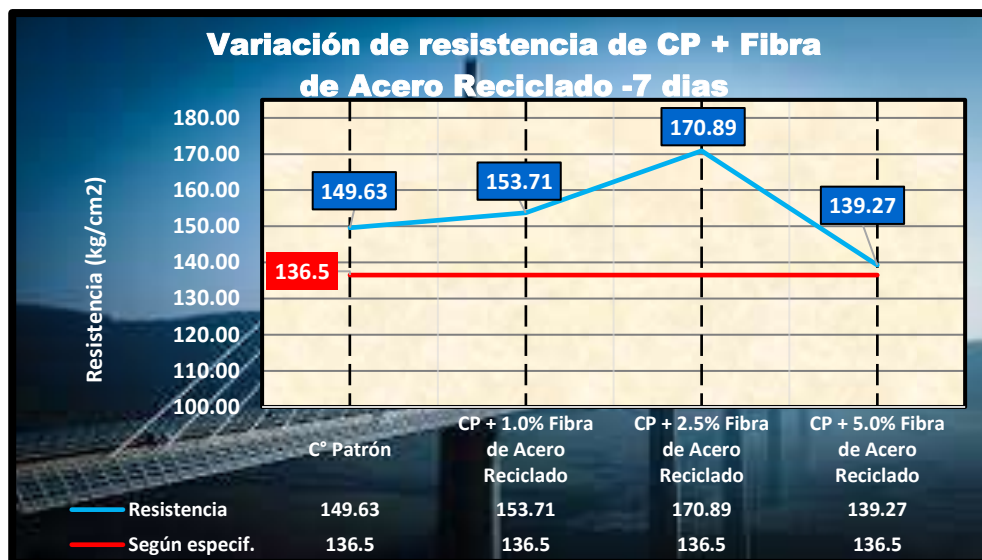
Esfuerzo a compresión al día 7

Muestra	Comparación de Resistencia – 7 días			
	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
C° Patrón	149.63		109.62%	9.62%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	153.71		112.61%	12.61%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	170.89	136.5	125.19%	25.19%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	139.27		102.03%	2.03%

La tabla muestra la resistencia a compresión al día 7. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta a 153.71 kg/cm² (12.61%) y 170.89 kg/cm² (25.19%), respectivamente, superando el diseño (136.5 kg/cm²). Con 5.0%, la resistencia desciende a 139.27 kg/cm² (2.03%), evidenciando una reducción en la mejora con dosis mayores.

Figura 90

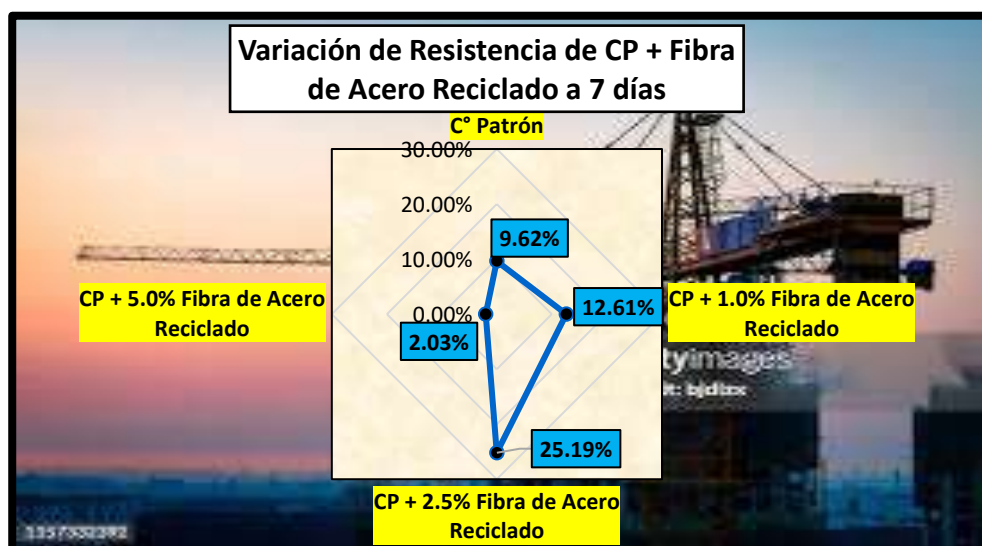
Esfuerzo a compresión al día 7.



Se muestra la resistencia al día 7. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta a 153.71 y 170.89 kg/cm², superando el diseño (136.5 kg/cm²). Con 5.0%, disminuye a 139.27 kg/cm², mostrando menor efectividad con dosis mayores.

Figura 91

Variación en porcentaje de la resistencia con fibra de acero reciclado en el día 7



La gráfica muestra que al día 7, la resistencia aumenta con 1.0% (12.61%) y 2.5% (25.19%) de fibra de acero reciclado, pero cae con 5.0% (2.03%), indicando menor efectividad en dosis altas.

4.6.4.5 Resistencia a compresión con fibra de acero reciclado en el día 14

Tabla 76

Esfuerzo a compresión al día 14

Comparación de Resistencia – 14 días				
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
C° Patrón	194.37		102.84%	2.84%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	198.50	189	105.03%	5.03%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	214.59		113.54%	13.54%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	182.42		96.52%	-3.48%

La tabla muestra la resistencia a compresión al día 14. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta un 5.03% y 13.54%, respectivamente. Sin embargo, con 5.0%, disminuye un -3.48%, mostrando menor eficacia con dosis mayores.

Figura 92

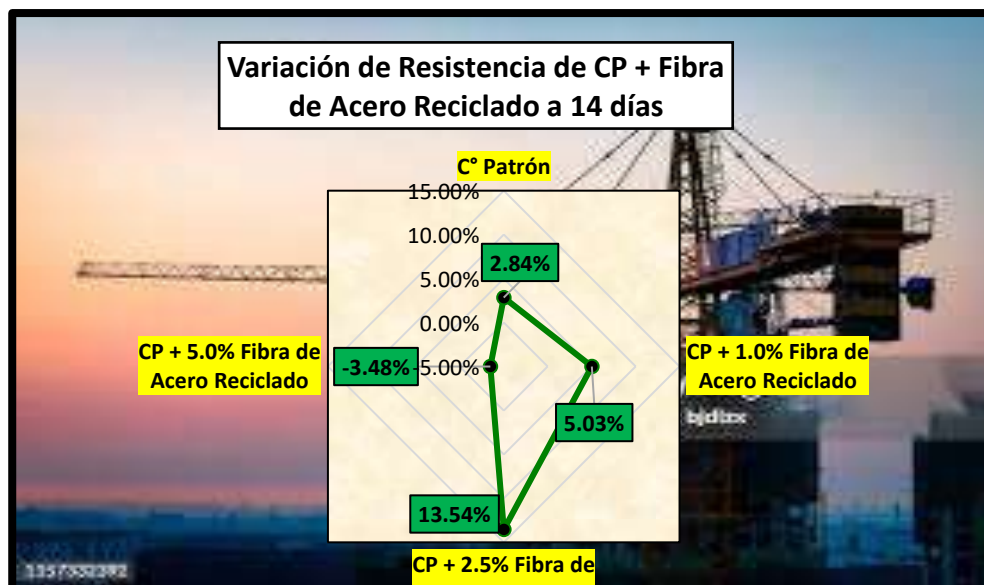
Esfuerzo a compresión al día 14



La gráfica muestra la resistencia a compresión al día 14. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta a 198.50 y 214.59 kg/cm², superando el diseño (189 kg/cm²). Con 5.0%, disminuye a 182.42 kg/cm², indicando menor eficacia con mayores dosis.

Figura 93

Variación en porcentaje de la resistencia con fibra de acero reciclado en el día 14



La gráfica muestra la variación porcentual de la resistencia al día 14. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta un 5.03% y 13.54%, respectivamente. Con 5.0%, disminuye un -3.48%, mostrando menor efectividad con dosis mayores.

4.6.4.6 Resistencia a compresión con fibra de acero reciclado en el día 28

Tabla 77

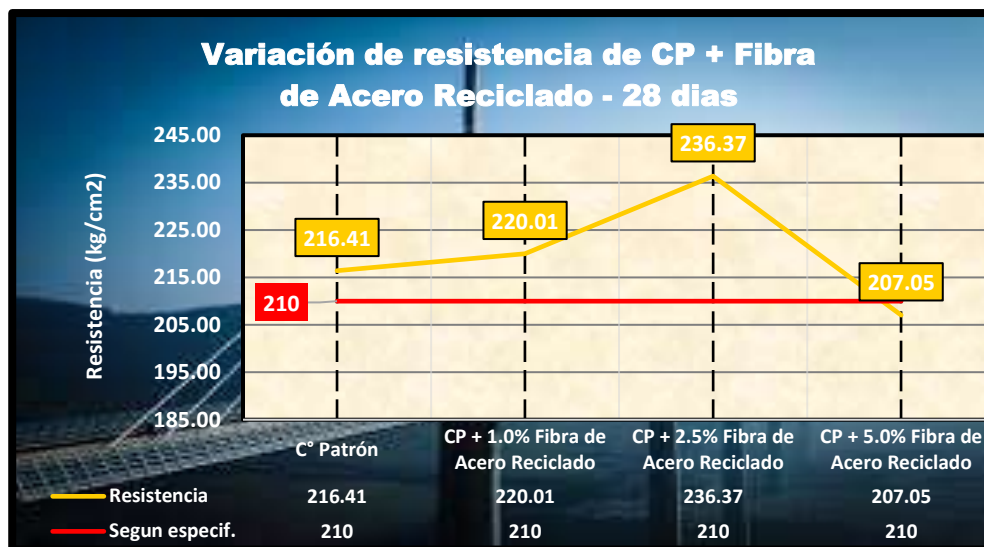
Esfuerzo a compresión al día 28

Comparación de Resistencia – 28 días				
Muestra	Esfuerzo (kg/cm ²)	Diseño (kg/cm ²)	% Alcanzado	% Variación
C° Patrón	216.41		103.05%	3.05%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	220.01	210	104.77%	4.77%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	236.37		112.56%	12.56%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	207.05		98.60%	-1.40%

La tabla muestra la resistencia a compresión al día 28. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta un 4.77% y 12.56%, respectivamente, superando el diseño (210 kg/cm²). Con 5.0%, disminuye a -1.40%, indicando menor eficacia con dosis mayores.

Figura 94

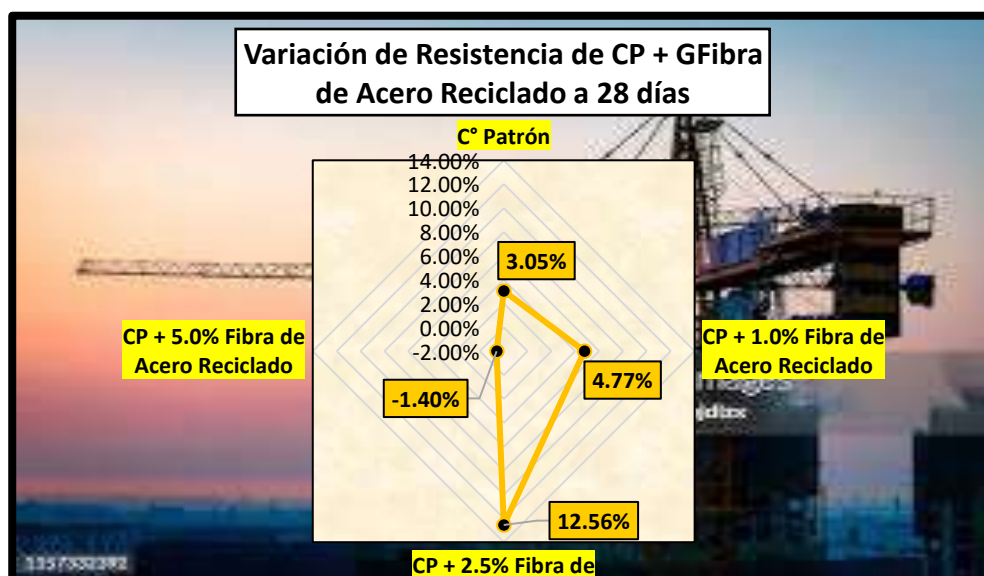
Esfuerzo a compresión al día 28



Se muestra la resistencia a compresión al día 28. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta a 220.01 y 236.37 kg/cm², superando el diseño (210 kg/cm²). Con 5.0%, disminuye a 207.05 kg/cm², indicando menor efectividad en dosis altas.

Figura 95

Variación en porcentaje de la resistencia con Fibra de Acero Reciclado en el día 28



Se muestra la variación porcentual de la resistencia al día 28. Con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, la resistencia aumenta un 4.77% y 12.56%, respectivamente, mientras que con 5.0% disminuye un -1.40%, evidenciando menor efectividad con dosis mayores.

4.6.4.7 Comparativo de resistencia a compresión con Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en el día 7

Tabla 78

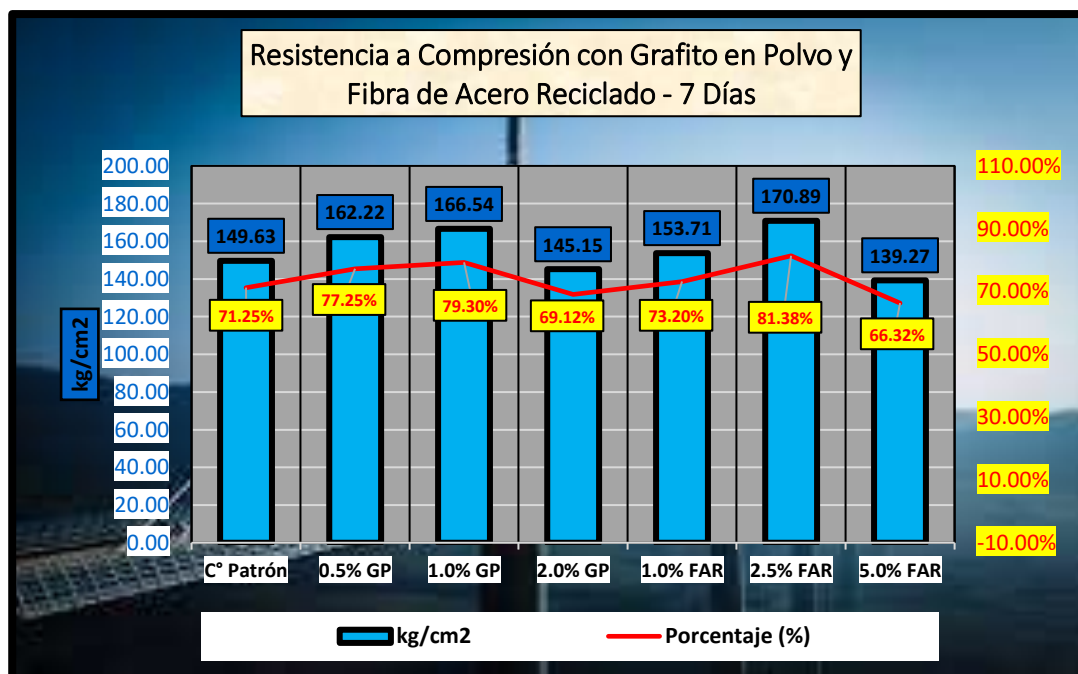
Rotura a compresión al día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Muestras	Resistencia - 7 Días kg/cm2	% Alcanzado 210kg/cm2
C° Patrón	149.63	71.25%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	162.22	77.25%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	166.54	79.30%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	145.15	69.12%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	153.71	73.20%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	170.89	81.38%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	139.27	66.32%

Con grafito, la resistencia alcanza 77.25% y 79.30% con 0.5% y 1.0%, pero disminuye a 69.12% con 2.0%. Con fibra, la resistencia aumenta a 73.20% y 81.38% con 1.0% y 2.5%, pero cae a 66.32% con 5.0%. Esto evidencia que dosis excesivas afectan negativamente.

Figura 96

Rotura a compresión al día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que al día 7, con grafito en polvo, la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% (77.25% y 79.30%) pero baja con 2.0% (69.12%). Con fibra, sube con 1.0% y 2.5% (73.20% y 81.38%) y cae con 5.0% (66.32%), mostrando menor efectividad en dosis altas.

4.6.4.8 Comparativo de resistencia a compresión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 14

Tabla 79

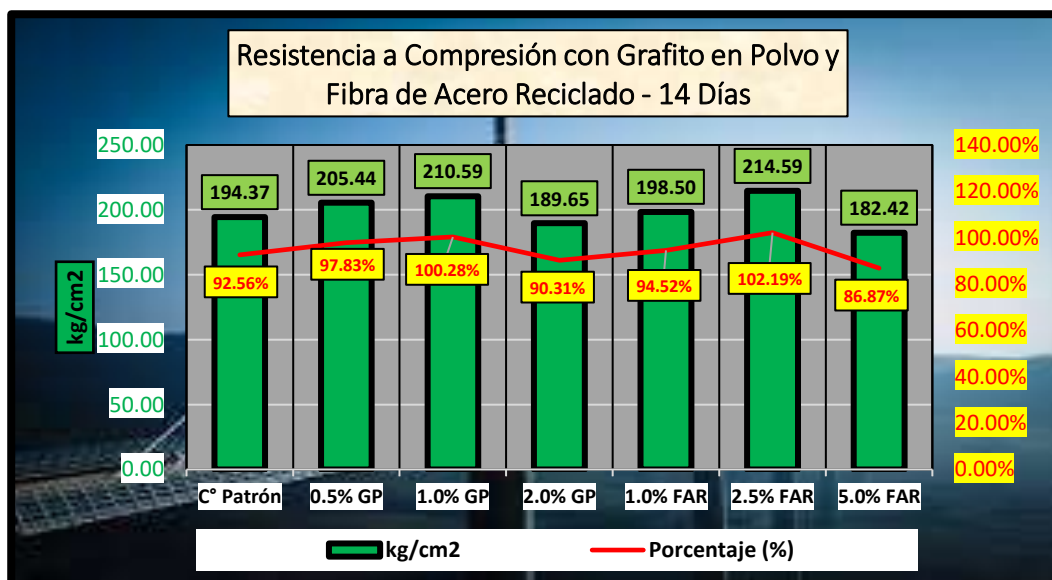
Rotura a compresión al día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Muestras	Resistencia - 14 Días kg/cm ²	% Alcanzado 210kg/cm ²
C° Patrón	194.37	92.56%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	205.44	97.83%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	210.59	100.28%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	189.65	90.31%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	198.50	94.52%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	214.59	102.19%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	182.42	86.87%

La tabla muestra que al día 14, la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito (97.83%, 100.28%) y con 1.0% y 2.5% de fibra (94.52%, 102.19%), pero disminuye con 2.0% de grafito (90.31%) y 5.0% de fibra (86.87%).

Figura 97

Rotura a compresión al día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



Se muestra que al día 14, la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito (97.83% y 100.28%) y con 1.0% y 2.5% de fibra (94.52% y 102.19%), pero disminuye con 2.0% de grafito (90.31%) y 5.0% de fibra (86.87%), indicando menor efectividad en dosis altas.

4.6.4.9 Comparativo de resistencia a compresión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 28

Tabla 80

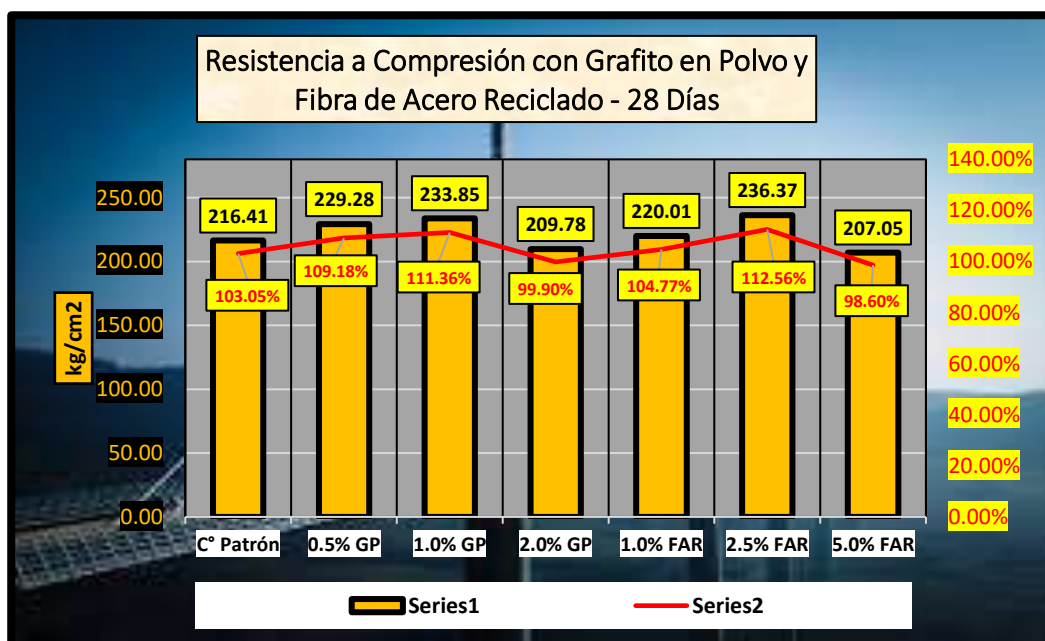
Rotura a compresión al día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Muestras	Resistencia – 28 Días kg/cm ²	% Alcanzado 210kg/cm ²
C° Patrón	216.41	103.05%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	229.28	109.18%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	233.85	111.36%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	209.78	99.90%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	220.01	104.77%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	236.37	112.56%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	207.05	98.60%

Se muestra que al día 28, la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito y fibra, pero disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra, indicando menor efectividad en altas dosis.

Figura 98

Rotura a compresión al día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que al día 28, la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito y fibra (109.18%-112.56%), pero disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra (99.90%-98.60%), indicando menor efectividad con dosis altas.

4.6.4.10 Resumen comparativo de resistencia a compresión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado lavandería

Tabla 81

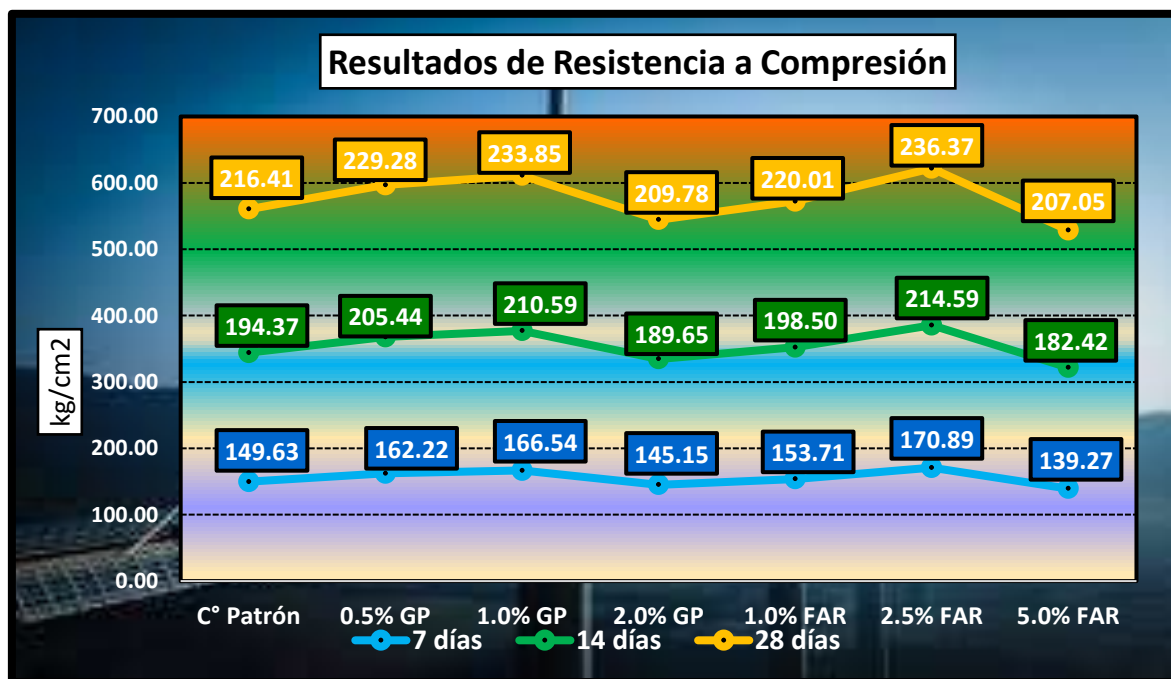
Rotura a compresión del CP con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Mezclas	Resistencia a Compresión		
	7 días kg/cm ²	14 días kg/cm ²	28 días kg/cm ²
C° Patrón	149.63	194.37	216.41
CP + 0.5% Grafito en Polvo	162.22	205.44	229.28
CP + 1.0% Grafito en Polvo	166.54	210.59	233.85
CP + 2.0% Grafito en Polvo	145.15	189.65	209.78
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	153.71	198.50	220.01
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	170.89	214.59	236.37
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	139.27	182.42	207.05

La tabla muestra que la resistencia mejora con 0.5% y 1.0% de grafito y fibra, pero disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra, siendo menos eficaz en dosis altas.

Tabla 82

Rotura a compresión del CP con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que la resistencia a compresión aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito y fibra a 7, 14 y 28 días, pero disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra, evidenciando un límite en la efectividad de mayores dosis.

Tabla 83

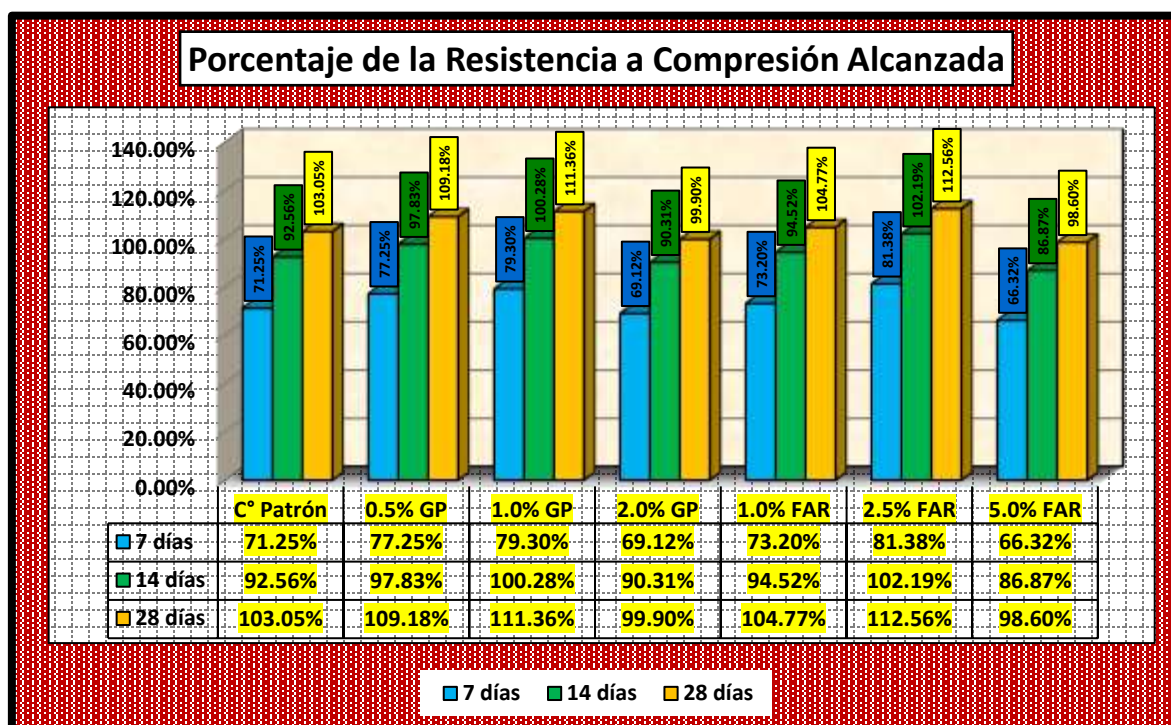
Porcentaje de Rotura a compresión del Concreto con GP y FAR

Mezclas	Porcentaje de Resistencia a Compresión		
	7 días	14 días	28 días
	%	%	%
C° Patrón	71.25%	92.56%	103.05%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	77.25%	97.83%	109.18%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	79.30%	100.28%	111.36%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	69.12%	90.31%	99.90%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	73.20%	94.52%	104.77%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	81.38%	102.19%	112.56%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	66.32%	86.87%	98.60%

La tabla muestra que el porcentaje de resistencia a compresión aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito en polvo y fibra de acero reciclado en los tres tiempos (7, 14 y 28 días), pero disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra, indicando menor efectividad en dosis altas.

Tabla 84

Porcentaje de Rotura a compresión del Concreto



La gráfica muestra que el porcentaje de resistencia a compresión mejora con 0.5% y 1.0% de grafito y fibra a 7, 14 y 28 días, alcanzando valores máximos. Sin embargo, disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra, evidenciando menor efectividad en altas dosis.

Tabla 85

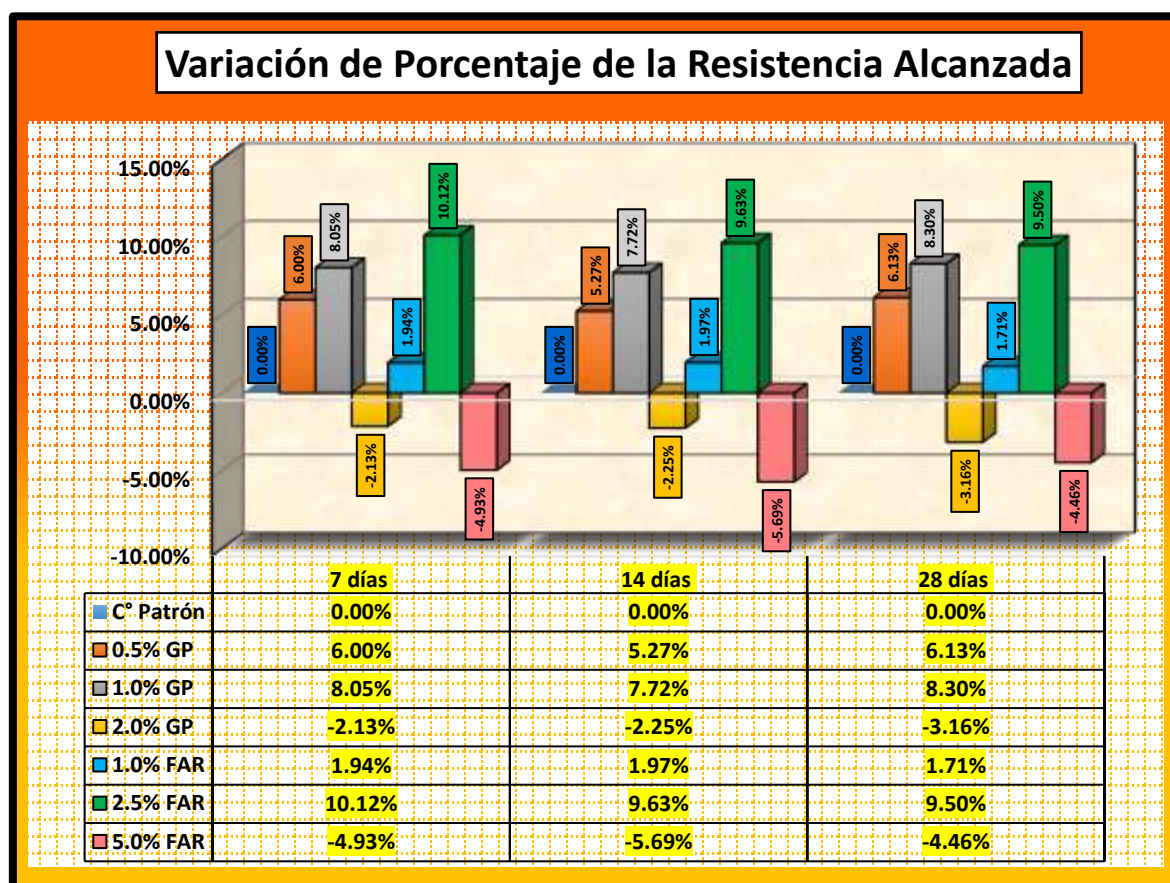
Variación de Resistencia en porcentajes

Variación Porcentaje de Resistencia a Compresión			
Mezclas	7 días	14 días	28 días
	%	%	%
C° Patrón	0.00%	0.00%	0.00%
CP + 0.5% Grafito en Polvo	6.00%	5.27%	6.13%
CP + 1.0% Grafito en Polvo	8.05%	7.72%	8.30%
CP + 2.0% Grafito en Polvo	-2.13%	-2.25%	-3.16%
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	1.94%	1.97%	1.71%
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	10.12%	9.63%	9.50%
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	-4.93%	-5.69%	-4.46%

La tabla muestra que la variación porcentual de la resistencia a compresión aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito y fibra a 7, 14 y 28 días, alcanzando valores positivos. Sin embargo, disminuye con 2.0% de grafito y 5.0% de fibra, mostrando efectos negativos en dosis altas.

Tabla 86

Porcentaje de Rotura a compresión del Concreto con GP y FAR



La gráfica muestra que la resistencia aumenta con 0.5% y 1.0% de grafito (6.00% a 8.30%) y fibra (1.94% a 10.12%) a 7, 14 y 28 días. Por otro lado, disminuye con 2.0% de grafito (-2.13% a -3.16%) y 5.0% de fibra (-4.46% a -5.69%), mostrando efectos negativos en altas proporciones.

4.6.5 Comparativos de resistencia a flexión

4.6.5.1 Resistencia a flexión con grafito en polvo en el día 7

Tabla 87

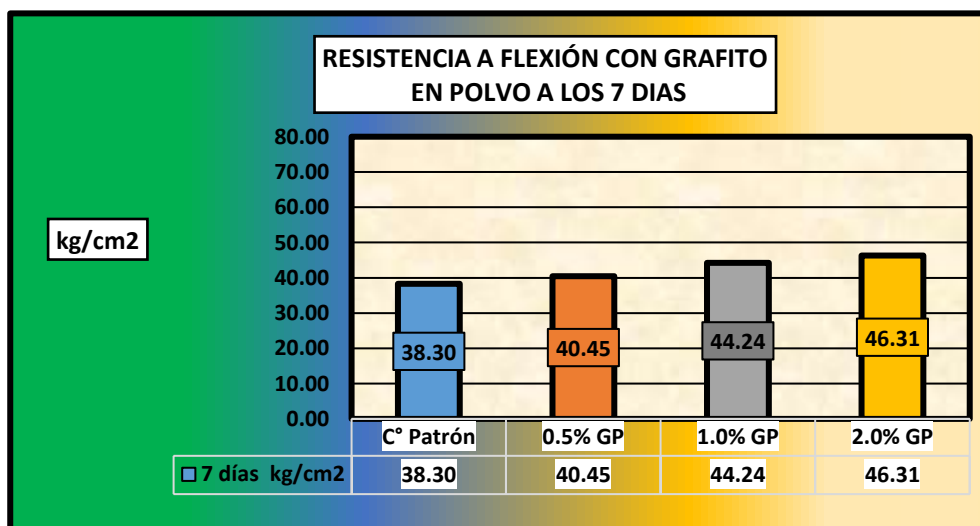
Rotura a flexión al día 7, con grafito en polvo

Resistencia a Flexión	
Mezclas	7 días kg/cm ²
C° Patrón	38.30
CP + 0.5% Grafito en Polvo	40.45
CP + 1.0% Grafito en Polvo	44.24
CP + 2.0% Grafito en Polvo	46.31

La tabla muestra la resistencia a flexión al día 7 con grafito en polvo. La resistencia aumenta progresivamente desde 38.30 kg/cm² en la muestra patrón, a 40.45 kg/cm² con 0.5%, 44.24 kg/cm² con 1.0% y 46.31 kg/cm² con 2.0% de grafito, indicando una mejora continua con mayores dosis.

Figura 99

Rotura a flexión al día 7, con grafito en polvo



Se muestra que la resistencia a flexión al día 7 aumenta progresivamente con la adición de grafito en polvo, pasando de 38.30 kg/cm² en la muestra patrón, a 40.45 kg/cm² con 0.5%, 44.24 kg/cm² con 1.0% y 46.31 kg/cm² con 2.0%, evidenciando una mejora continua.

4.6.5.2 Resistencia a flexión con grafito en polvo en el día 14

Tabla 88

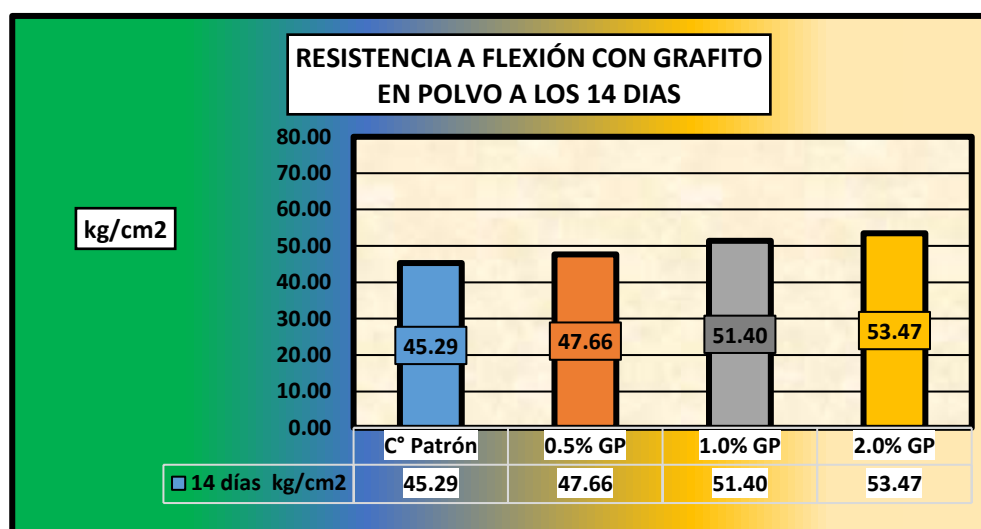
Rotura a flexión al día 14, con grafito en polvo

Resistencia a Flexión	
Mezclas	14 días kg/cm ²
C° Patrón	45.29
CP + 0.5% Grafito en Polvo	47.66
CP + 1.0% Grafito en Polvo	51.40
CP + 2.0% Grafito en Polvo	53.47

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 14 aumenta con la adición de grafito en polvo. Desde 45.29 kg/cm² en la muestra patrón, se incrementa a 47.66 kg/cm² con 0.5%, 51.40 kg/cm² con 1.0% y 53.47 kg/cm² con 2.0%, indicando una mejora progresiva.

Figura 100

Rotura a flexión al día 14, con grafito en polvo



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 14 mejora con la adición de grafito en polvo, pasando de 45.29 kg/cm² en la muestra patrón a 47.66 kg/cm² con 0.5%, 51.40 kg/cm² con 1.0% y 53.47 kg/cm² con 2.0%, indicando un incremento continuo.

4.6.5.3 Resistencia a flexión con grafito en polvo en el día 28

Tabla 89

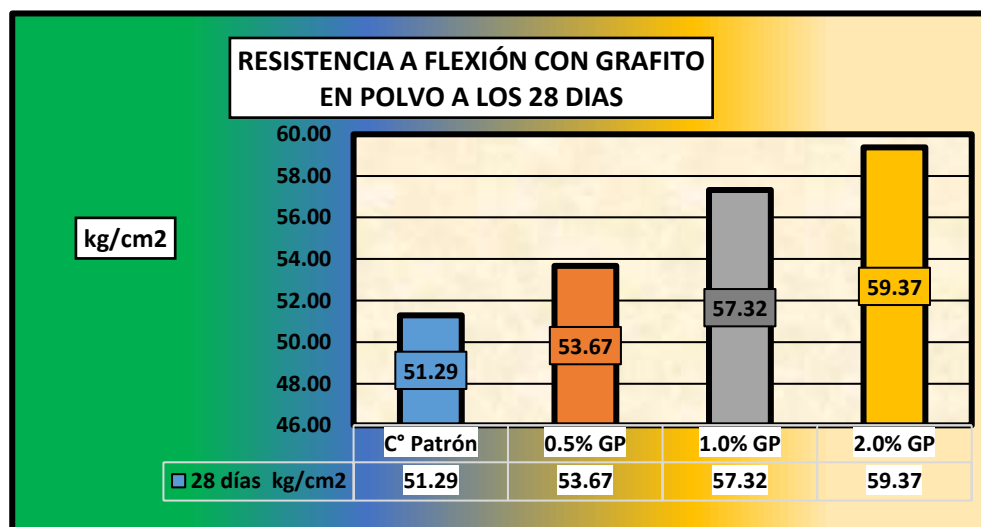
Rotura a flexión al día 28, con grafito en polvo

Resistencia a Flexión	
Mezclas	28 días kg/cm ²
C° Patrón	51.29
CP + 0.5% Grafito en Polvo	53.67
CP + 1.0% Grafito en Polvo	57.32
CP + 2.0% Grafito en Polvo	59.37

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 28 aumenta con la adición de grafito en polvo, pasando de 51.29 kg/cm² en la muestra patrón a 53.67 kg/cm² con 0.5%, 57.32 kg/cm² con 1.0% y 59.37 kg/cm² con 2.0%, evidenciando una mejora progresiva.

Figura 101

Rotura a flexión al día 28, con grafito en polvo



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 28 aumenta con la adición de grafito en polvo, pasando de 51.29 kg/cm² en la muestra patrón a 53.67 kg/cm² con 0.5%, 57.32 kg/cm² con 1.0% y 59.37 kg/cm² con 2.0%, reflejando una mejora continua.

4.6.5.4 Resistencia a flexión con fibra de acero reciclado en el día 7

Tabla 90

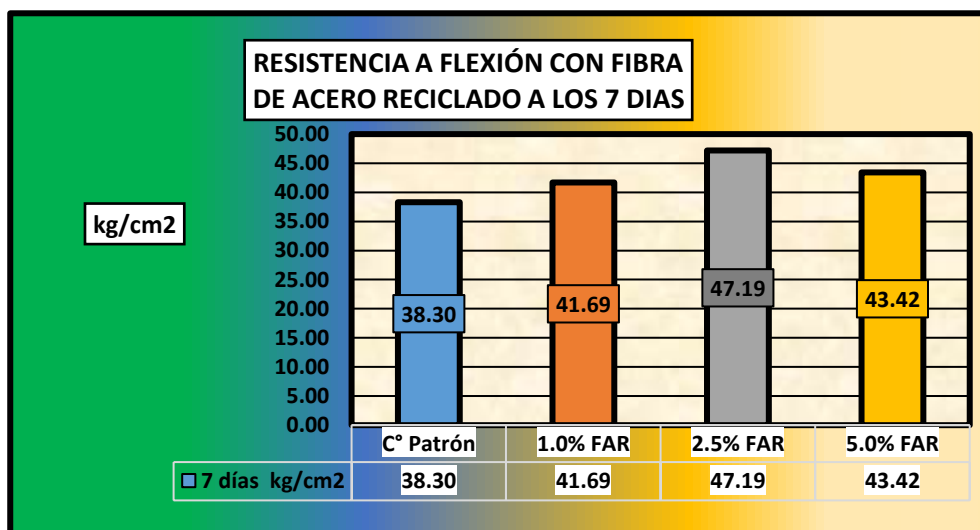
Rotura a flexión al día 7, con fibra de acero reciclado

Resistencia a Flexión	
Mezclas	7 días kg/cm²
C° Patrón	38.30
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	41.69
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	47.19
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	43.42

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 7 aumenta con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, pasando de 38.30 kg/cm² en la muestra patrón a 41.69 kg/cm² y 47.19 kg/cm², respectivamente. Sin embargo, disminuye a 43.42 kg/cm² con 5.0% de fibra, indicando una reducción en dosis altas.

Figura 102

Rotura a flexión al día 7, con aguas servidas de lavandería



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 7 aumenta con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, pasando de 38.30 kg/cm² en la muestra patrón a 41.69 kg/cm² y 47.19 kg/cm², respectivamente. Sin embargo, disminuye a 43.42 kg/cm² con 5.0% de fibra, indicando menor efectividad en dosis altas.

4.6.5.5 Resistencia a flexión con fibra de acero reciclado en el día 14

Tabla 91

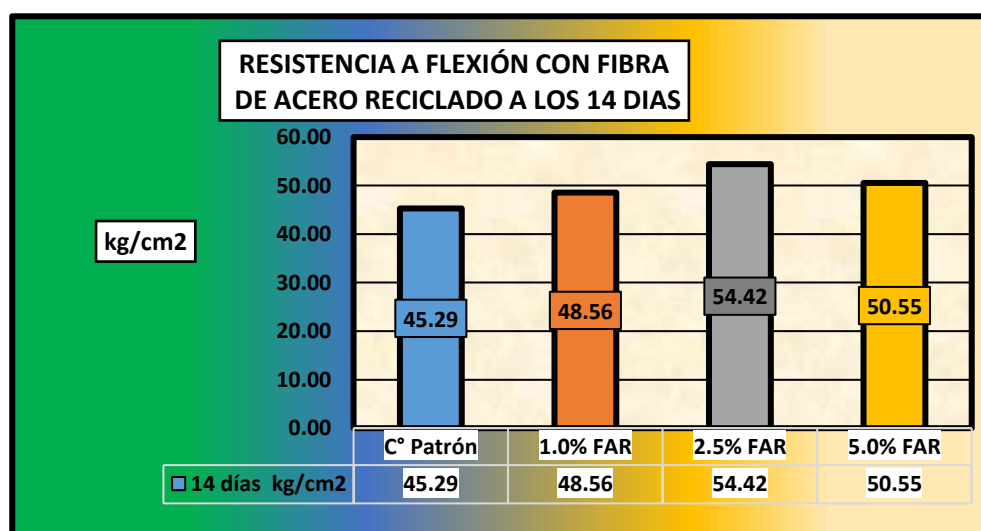
Rotura a flexión al día 14, con fibra de acero reciclado

Resistencia a Flexión	
Mezclas	14 días kg/cm²
C° Patrón	45.29
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	48.56
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	54.42
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	50.55

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 14 aumenta con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, pasando de 45.29 kg/cm² en la muestra patrón a 48.56 kg/cm² y 54.42 kg/cm², respectivamente. Sin embargo, disminuye a 50.55 kg/cm² con 5.0% de fibra, evidenciando menor efectividad en altas proporciones.

Figura 103

Rotura a flexión al día 14, con fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 14 mejora con 1.0% y 2.5% de fibra de acero reciclado, pasando de 45.29 kg/cm² en la muestra patrón a 48.56 kg/cm² y 54.42 kg/cm², respectivamente. Sin embargo, disminuye a 50.55 kg/cm² con 5.0% de fibra, indicando menor efectividad en altas dosis.

4.6.5.6 Resistencia a flexión con fibra de acero reciclado en el día 28

Tabla 92

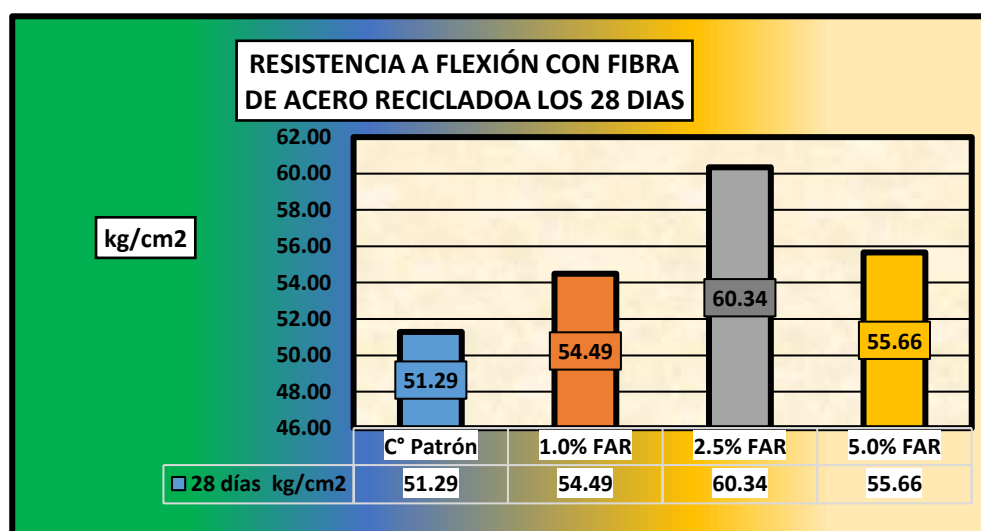
Rotura a flexión al día 28, con fibra de acero reciclado

Mezclas	28 días kg/cm ²
C° Patrón	51.29
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	54.49
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	60.34
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	55.66

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 28 aumenta con la adición de fibra de acero reciclado. Pasa de 51.29 kg/cm² en la muestra patrón a 54.49 kg/cm² con 1.0%, 60.34 kg/cm² con 2.5%, y 55.66 kg/cm² con 5.0%, indicando un incremento máximo con 2.5%.

Figura 104

Rotura a flexión al día 28, con fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 28 aumenta con la adición de fibra de acero reciclado, pasando de 51.29 kg/cm² en la muestra patrón a 54.49 kg/cm² con 1.0%, alcanzando un máximo de 60.34 kg/cm² con 2.5%, y disminuyendo ligeramente a 55.66 kg/cm² con 5.0%.

4.6.5.7 Comparativo de resistencia a flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 7

Tabla 93

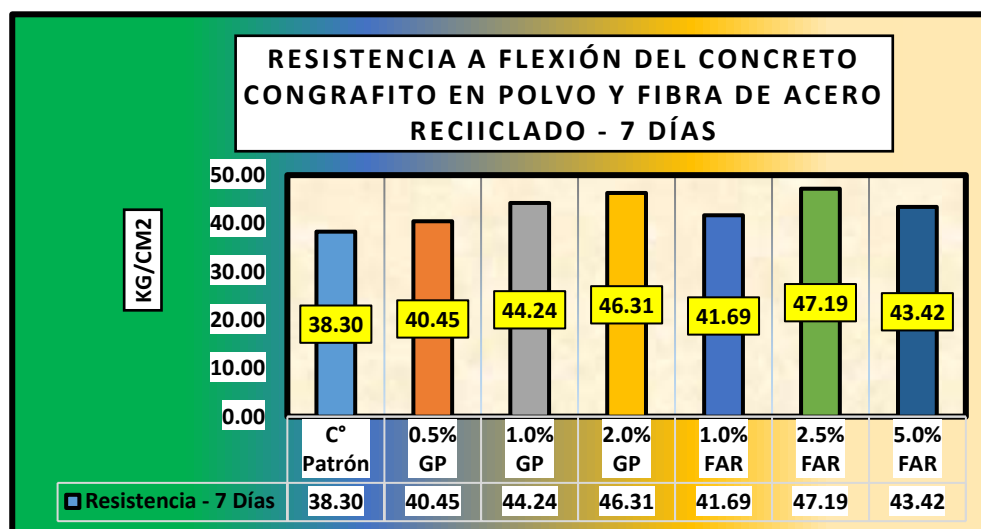
Resistencia a flexión en el día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Resistencia a Flexión	
Mezclas	Resistencia - 7 Días kg/cm²
C° Patrón	38.30
CP + 0.5% Grafito en Polvo	40.45
CP + 1.0% Grafito en Polvo	44.24
CP + 2.0% Grafito en Polvo	46.31
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	41.69
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	47.19
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	43.42

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 7 aumenta con grafito en polvo (38.30 a 46.31 kg/cm²) y fibra de acero reciclado (41.69 a 47.19 kg/cm²), alcanzando su máximo con 2.5% de fibra.

Figura 105

Resistencia a flexión en el día 7, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



Se muestra que la resistencia a flexión al día 7 aumenta con grafito (38.30 a 46.31 kg/cm²) y fibra de acero reciclado (41.69 a 47.19 kg/cm²), alcanzando su máximo con 2.5% de fibra.

4.6.5.8 Comparativo de resistencia a flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 14

Tabla 94

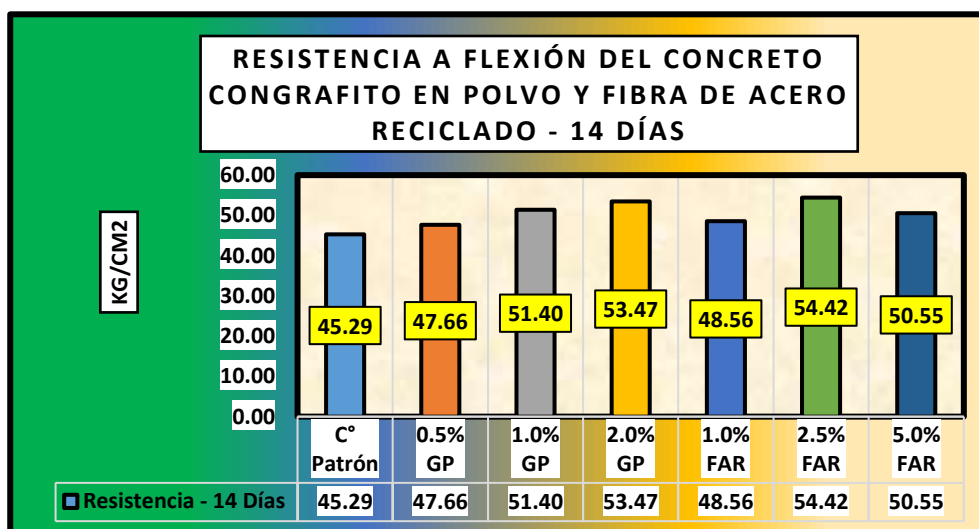
Resistencia a flexión en el día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Resistencia a Flexión	
Mezclas	Resistencia - 14 Días kg/cm²
C° Patrón	45.29
CP + 0.5% Grafito en Polvo	47.66
CP + 1.0% Grafito en Polvo	51.40
CP + 2.0% Grafito en Polvo	53.47
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	48.56
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	54.42
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	50.55

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 14 mejora con grafito en polvo (45.29 a 53.47 kg/cm²) y fibra de acero reciclado (48.56 a 54.42 kg/cm²), alcanzando su máximo con 2.0% de grafito y 2.5% de fibra.

Figura 106

Resistencia a flexión en el día 14, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 14 aumenta con grafito en polvo (45.29 a 53.47 kg/cm²) y fibra de acero reciclado (48.56 a 54.42 kg/cm²), alcanzando máximos con 2.0% de grafito y 2.5% de fibra.

4.6.5.9 Comparativo de resistencia a flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado en el día 28

Tabla 95

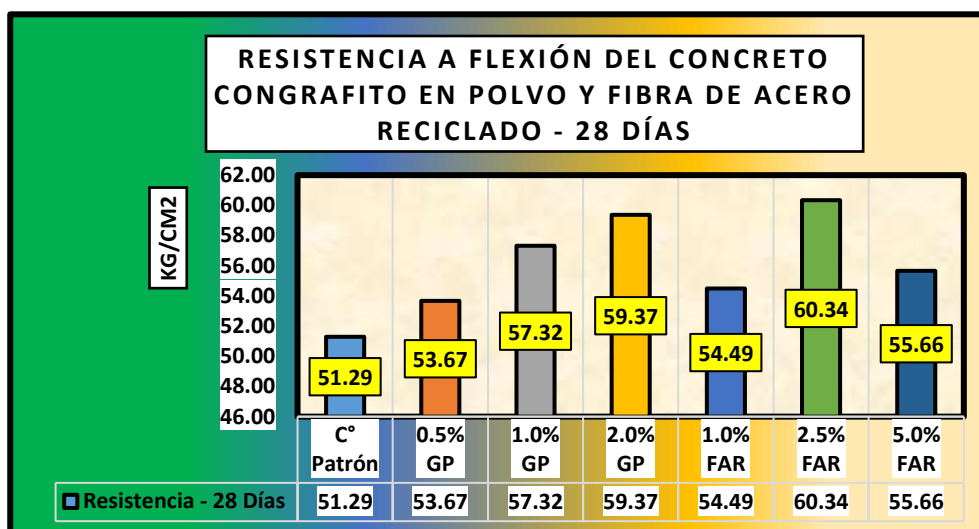
Resistencia a flexión en el día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Resistencia a Flexión	
Mezclas	Resistencia - 28 Días kg/cm²
C° Patrón	51.29
CP + 0.5% Grafito en Polvo	53.67
CP + 1.0% Grafito en Polvo	57.32
CP + 2.0% Grafito en Polvo	59.37
CP + 1.0% Fibra de Acero Reciclado	54.49
CP + 2.5% Fibra de Acero Reciclado	60.34
CP + 5.0% Fibra de Acero Reciclado	55.66

La tabla muestra que la resistencia a flexión al día 28 mejora con grafito en polvo (51.29 a 59.37 kg/cm²) y fibra de acero reciclado (54.49 a 60.34 kg/cm²), alcanzando máximos con 2.0% de grafito y 2.5% de fibra, respectivamente.

Figura 107

Resistencia a flexión en el día 28, con grafito en polvo y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra que la resistencia a flexión al día 28 mejora con grafito en polvo (51.29 a 59.37 kg/cm²) y fibra de acero reciclado (54.49 a 60.34 kg/cm²), alcanzando máximos con 2.0% de grafito y 2.5% de fibra, respectivamente.

4.6.5.10 Resistencia a la flexión con grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Tabla 96

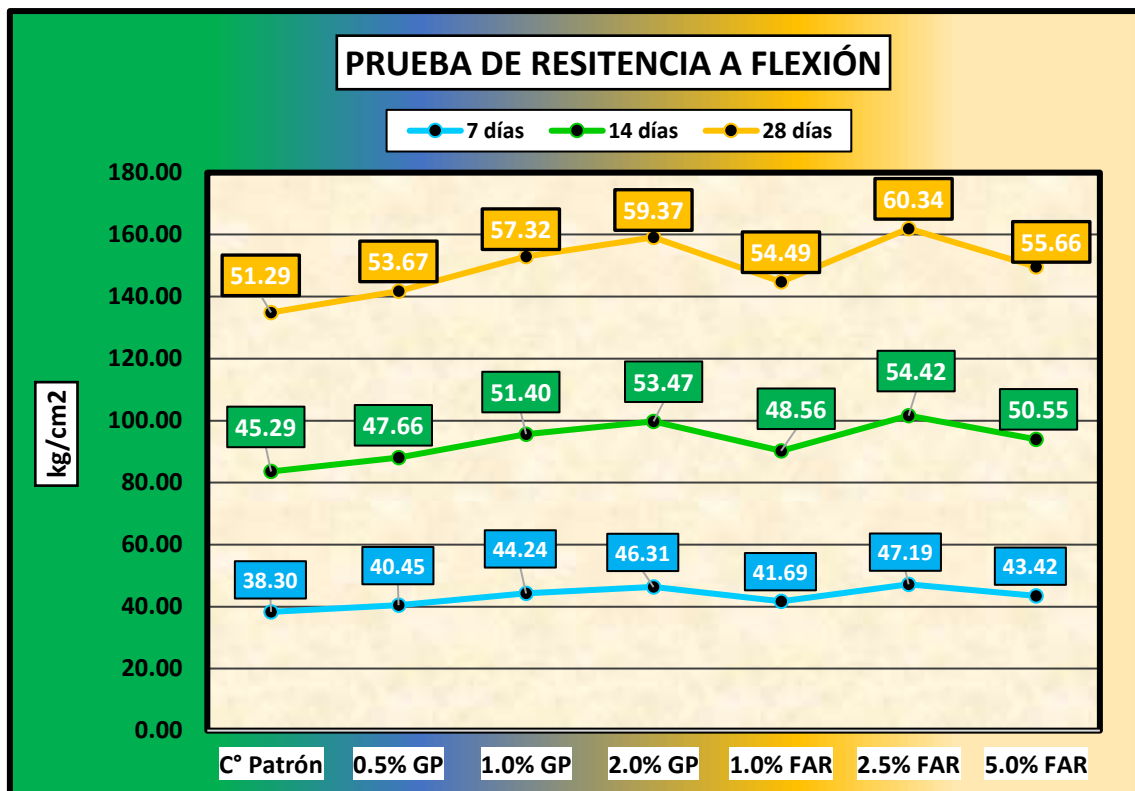
Cuadro resumen de resistencias alcanzadas con fibra de acero y fibra de acero reciclado

Mezclas	Resistencia a Flexión		
	7 días kg/cm ²	14 días kg/cm ²	28 días kg/cm ²
C° Patrón	38.30	45.29	51.29
0.5% GP	40.45	47.66	53.67
1.0% GP	44.24	51.40	57.32
2.0% GP	46.31	53.47	59.37
1.0% FAR	41.69	48.56	54.49
2.5% FAR	47.19	54.42	60.34
5.0% FAR	43.42	50.55	55.66

La tabla muestra un resumen de las resistencias a flexión alcanzadas con grafito en polvo (GP) y fibra de acero reciclado (FAR) a 7, 14 y 28 días. La resistencia aumenta progresivamente con GP, alcanzando un máximo de 59.37 kg/cm² con 2.0% a 28 días. Con FAR, la resistencia mejora hasta 60.34 kg/cm² con 2.5% a 28 días, evidenciando un rendimiento óptimo en estas proporciones.

Figura 108

Resumen de resistencias alcanzadas con fibra de acero y fibra de acero reciclado



La gráfica muestra un resumen de las resistencias a flexión a 7, 14 y 28 días con grafito en polvo (GP) y fibra de acero reciclado (FAR). La resistencia alcanza máximos con 2.0% GP (59.37 kg/cm²) y 2.5% FAR (60.34 kg/cm²) a 28 días, destacando estas proporciones como las más efectivas.

4.7 Discusión de resultados

Los resultados se examinan a la luz de los estudios citados en el Capítulo II, lo que permite comparar los datos recogidos por esos autores con los resultados del presente estudio.

Asentamiento del concreto de diseño convencional con adiciones de grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Se observa que la incorporación de grafito en polvo y fibra de acero reciclado afecta significativamente la consistencia del concreto convencional. En el caso del grafito, el slump disminuyó conforme se incrementó el porcentaje de adición (de 3.6" a 2.6" con 2.0% de grafito). Esto indica que el grafito en polvo reduce la trabajabilidad de la mezcla debido a su textura fina y capacidad para absorber agua. Por otro lado, con fibra de acero reciclado, el slump también se redujo progresivamente (de 3.6" a 2.3" con 5.0% de fibra), lo que puede atribuirse a la interferencia mecánica de las fibras dentro de la mezcla, dificultando su fluidez. Ambos aditivos disminuyen la consistencia, pero la fibra tiene un impacto más significativo a altos porcentajes, lo cual debe considerarse para aplicaciones prácticas en función de la trabajabilidad requerida. Según a (Eulogio & Sanchez, 2024), en cuanto al asentamiento, este apartado hace referencia a la trabajabilidad de la mezcla del concreto basado en los lineamientos de la NTP 339.035, como observamos la mezcla patrón tuvo 4" de slump, con sustitución al 5% del agregado grueso tuvo un 4" de slump, con sustitución al 10% del agregado grueso tuvo un 5.1" de slump, con sustitución al 15% del agregado grueso tuvo un 5.5" de slump, por lo cual a mayor cantidad de reemplazo del agregado grueso se evidencia un incremento en el slump de trabajo, dando así una mayor trabajabilidad.

✚ Resistencia a la compresión del concreto de diseño convencional con adiciones de grafito en polvo y fibra de acero reciclado

Los resultados muestran que tanto el grafito en polvo como la fibra de acero reciclado mejoran la resistencia a compresión del concreto convencional, alcanzando valores máximos con dosis moderadas. Con grafito, la resistencia alcanzó 111.36% a los 28 días con 1.0%, mientras que con 2.0% disminuyó ligeramente a 99.90%, lo que evidencia que un exceso puede afectar la cohesión de la mezcla. En el caso de la fibra de acero, se logró un máximo de 112.56% con 2.5%, pero disminuyó a 98.60% con 5.0%, probablemente debido a una distribución no uniforme y al aumento de vacíos en la mezcla. Estos hallazgos confirman que existe un límite óptimo para la dosificación de ambos aditivos, y que las fibras aportan mayor refuerzo a la compresión que el grafito. A nivel nacional (Bayona & Berrospi, 2021), el uso del grafito si bien no influye en el incremento de las propiedades mecánicas de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², si permite mantener sus propiedades de resistencia a la compresión, lo cual lo hace un material idóneo por sus propiedades puzolánicas que puede ser empleado como una alternativa sostenible para la elaboración de concreto.

Siendo así que esta investigación para un diseño de concreto de $f'c$ 210 Kg/cm² con un porcentaje de grafito en polvo por cemento de 3 % se obtiene una $f'c$ 215.987 kg/cm² , posteriormente para mayores sustituciones de 6%, 9%, 12%, 15% y 18% se obtuvo 150.437kg/cm² , 173.147 kg/cm² , 193.020 kg/cm² , 207.943 kg/cm² y 215.987 kg/cm² , concluyendo que la resistencia a la compresión se reduce notablemente para estos porcentajes no llegando a alcanzar la resistencia de diseño

✚ Resistencia a la flexión del concreto de diseño convencional con adiciones de grafito en polvo y fibra de acero reciclado

En las pruebas de flexión, tanto el grafito en polvo como la fibra de acero reciclado incrementaron significativamente la resistencia del concreto. Con grafito, la resistencia



alcanzó un máximo de 59.37 kg/cm² con 2.0% a los 28 días, demostrando un incremento constante con dosis crecientes. En cuanto a la fibra, el máximo se alcanzó con 2.5% (60.34 kg/cm²), pero con 5.0% disminuyó ligeramente a 55.66 kg/cm², posiblemente debido a una distribución no homogénea de las fibras que genera zonas débiles en el material. Estos resultados confirman que ambos aditivos mejoran la resistencia a flexión, siendo la fibra más efectiva que el grafito, especialmente en aplicaciones donde se requiere mayor ductilidad. Según (Eulogio & Sanchez, 2024), el ensayo a flexión a los 28 días luego de elaborada y curada las probetas con 5%, 10% y 15% de adición de fibra de acero evidenció en promedio de las tres muestras una resistencia a la flexión de 46.77 kg/cm², 43.51 kg/cm² y 33.13 kg/cm² consecutivamente en relación al CP que tuvo en promedio de las tres muestras una dureza de 48.67 kg/cm².

CONCLUSIONES

Primera, la adición de grafito en polvo y fibra de acero reciclado afecta negativamente la trabajabilidad del concreto convencional en el distrito de San Miguel. El asentamiento (slump) disminuyó de manera significativa, pasando de 3.6" en la muestra patrón a 2.6" con un 2.0% de grafito y a 2.3" con un 5.0% de fibra de acero. Este comportamiento se debe a la absorción del grafito y al efecto mecánico de las fibras, dificultando la fluidez de la mezcla en las condiciones específicas de la zona.

Segunda, se concluye la resistencia a compresión del concreto mostró un comportamiento óptimo en dosificaciones moderadas. Con grafito en polvo, se alcanzó un incremento máximo del 111.36% a los 28 días con un 1.0% de aditivo. Sin embargo, con un 2.0%, se observó una disminución a 99.90%, posiblemente por saturación de partículas que afecta la cohesión. Por su parte, la fibra de acero reciclado presentó su mejor desempeño con un incremento del 112.56% a los 28 días con un 2.5%, mientras que con un 5.0%, la resistencia se redujo a 98.60%, probablemente debido a problemas de homogeneidad y generación de vacíos en la mezcla.

Tercera, la resistencia a flexión mejoró significativamente con la incorporación de grafito y fibra de acero reciclado en el distrito de San Miguel. Con grafito, se alcanzó un máximo de 59.37 kg/cm² a los 28 días con un 2.0%, mientras que, con fibra de acero reciclado, el valor más alto fue de 60.34 kg/cm² con un 2.5%. En dosis mayores, como el 5.0% de fibra, la resistencia disminuyó a 55.66 kg/cm², evidenciando una pérdida de eficiencia debido a la distribución no uniforme de las fibras en las mezclas de concreto.



RECOMENDACIONES

Primera, para mejorar la fluidez del concreto, se recomienda el uso de aditivos plastificantes o superplastificantes al incorporar grafito en polvo y fibra de acero reciclado. Además, se sugiere limitar las dosificaciones a un 1.0% de grafito y un máximo de 2.5% de fibra para garantizar una mezcla con trabajabilidad adecuada sin comprometer la resistencia.

Segunda, se aconseja emplear grafito en polvo al 1.0% y fibra de acero reciclado al 2.5% como proporciones óptimas para maximizar la resistencia a compresión, evitando saturaciones de partículas y la generación de vacíos. Es fundamental implementar controles rigurosos de homogeneidad en la mezcla para asegurar un comportamiento mecánico consistente en las condiciones específicas del distrito.

Tercera, para optimizar la resistencia a flexión en elementos estructurales del concreto, como vigas y losas, se recomienda el uso de 2.0% de grafito en polvo y 2.5% de fibra de acero reciclado, evitando proporciones mayores al 5.0% de fibra, ya que estas generan problemas de distribución y disminuyen la eficiencia mecánica del material.



REFERENCIAS

- Abanto, R. E. (2019). Análisis De Calidad De Agregados Para El Diseño De Mezclas De Concreto F´C:210kg/Cm2 Y F´C:245kg/Cm2, Distrito De Bagua-Amazonas - 2018. Chiclayo – Perú: Universidad César Vallejo.
- Accilio, A. Y., & Chancas, Q. T. (2020). Evaluación Del Concreto F'c=210 Kg/Cm2 Agregando Fibras De Acero Y Microsílice. Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Adrián, Y. (2023). Concreto. Alemania: Concepto Definición. Obtenido De [Https://Conceptodefinicion.De/Concreto/](https://conceptodefinicion.de/concreto/).
- Alvarado, J., & Roque, B. (2020). Uso De Polvo De Grafito Como Aditivo En El Concreto F´C 210 Kg/Cm2 A Fin De Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto. . Lima, Perú.: Universidad San Martín De Porres.
- Alvarado, R. J., & Roque, B. B. (2020). Uso De Polvo De Grafito Como Aditivo En El Concreto F´C 210 Kg/Cm2 A Fin De Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto. Lima – Perú: Universidad.
- Alvarado, R. J., & Roque, B. B. (2020). Uso De Polvo De Grafito Como Aditivo En El Concreto F'c 210 Kg/Cm2 A Fin De Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto . Universidad De San Martin De Porres.
- Apaza, I. K., & Ysarbe, R. J. (2019). Análisis Comparativo De Las Propiedades Mecánicas Y Características Físicas Del Concretopatón Y Concreto Reciclado, Evaluando Sucomportamiento En Estado Fresco Y Endurecido. Lima - Perú: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.
- Bayona, P. I., & Berrospi, M. C. (2021). Incorporación De Cerámica Reciclada Para Analizar La Resistencia A La Compresión Del Concreto F'c 210 Kg/Cm2. Lima - Perú : Universidad Cesar Vallejo.



- Chinchay, A. J., & Sanchez, G. C. (2022). Propiedades Del Concreto De Fc 210 Kg/Cm2 En Estado Plástico Y Endurecido Con Adición De Fibras De Polipropileno, Moyobamba 2022. Moyobamba - Perú: Universidad César Vallejo.
- Collanqui, C. L., & Gamarra, C. M. (2023). Influencia De La Adición De Fibra De Acero Reciclado Producto De Residuos De Neumáticos En Las Propiedades Físico Mecánicas Del Concreto Con Relación A/C=0.45 Y En El Fisuramiento Por Contracción Plástica En Losas En Laciudad De Juliaca - 2022. Juliaca - Perú: Universidad Continental.
- Creswell, J. W. (2020). Research Design: Qualitative, Quantitative, And Mixed Methods Approaches. (5th Ed.). Sage Publications.
- Cuya, P. E. (2022). Fibras De Acero Reciclado De Neumáticos Y Microsilice En Las Propiedades Del Concreto F'c=210 Kg/Cm2, Para El Uso En Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022 . Lima – Perú: Universidad César Vallejo.
- Eulogio, C. I., & Sanchez, P. J. (2024). Diseño De Combinación De Concreto F'c=210 Kg/Cm2 Mejorado Con Partículas Cerámicas Mohs 6 Sustituyendo El Agregado Grueso Para Mejorar La Resistencia A La Compresión Y Flexión En Lima Metropolitana. Lima - Perú: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas .
- Ferrel, H., & Moreano, E. (2019). Evaluación De La Calidad De Los Agregados Provenientes De Las Canteras En El Sector De Pachachaca-Abancay Y Su Influencia En La Resistencia Del Concreto Empleado En Obras Civiles De Abancay-Apurímac, 2018. Universidad Tecnológica De Los Andes.
- Ferrel, S. H., & Moreando, H. E. (2019). "Evaluación De La Calidad De Los Agregados Provenientes De Las Canteras En El Sector De Pachachaca-Abancay Y Su Influencia En La Resistencia Del Concreto Empleado En Obras Civiles De Abancay-Apurímac, . Abancay- Apurímac – Perú: Universidad Tecnológica De Los Andes.
- Flores, C. A. (2020). Curso Basico De Tecnologia Del Concreto Para Ingenieros Civiles. Lima: Uni.



- Flores, N. A. (2020). Evaluación En La Corrosión Y Protección Del Acero De Refuerzo Embebidas De Concreto En Presencia De Grafito Y Su Instituto De Investigación En Ciencias Básicas Y Aplicadas Aplicadas Efecto En Las Propiedades Mecánicaselectroquímicas. . Cuernavaca, Morelos : Universidad Autónoma Del Estado De Morelos.
- Flores, P. P. (2020). Análisis Comparativo De Las Propiedades Mecánicas Del Concreto De Alta Resistencia Con Microsílice Y Nanosílice, Lima - 2019. Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- García, C. C. (2022). Factores Que Influyen En La Resistencia A La Compresión Del Concreto. Estado Del Arte. Cuba: Universidad Camilo Cienfuegos De Matanzas.
- Gómez, A. R. (2020). Influencia De Los Agregados En Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Estructural. Madrid.: Universidad Politécnica De Madrid.
- Guerrero, T. C. (2024). Evaluación De Propiedades Mecánicas En Hormigones Reforzados Con Fibras Metálicas Procedentes Del Reciclado De Neumáticos. Barcelona: Upc Barcelonatech.
- Guerrero, V. A. (2020). Estudio De Las Propiedades De Los Agregados De Las Canteras: Río Yuracyacu, Naranjillo Y San Francisco, Y Su Influencia En La Resistencia Del Concreto Empleado En La Construcción De Obras Civiles En El Distrito De Nueva Cajamarca. Rioja, Perú: Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Gutierrez, M. J. (2019). Reutilización De Escombros De Concreto Hidráulico En Nuevos Procedimientos Constructivos. Mexicali, Baja California: Universidad Autonoma De De Baja California .
- Hernández Sampieri, R. F. (2020). Metodología De La Investigación . (7a Ed.). Mcgraw-Hill.
- Herrera, D. L. (2020). Propiedades Mecánicas Del Concreto Modificado Con Adición De Fibras Recicladas. Universidad Privada Del Norte.



- Ibáñez, A. M. (2023). Estudio De Las Propiedades Físico Mecánicas Del Concreto En Estado Fresco Y Endurecido Adicionando Fibras De Bambú. Pimentel – Perú : Universidad Señor De Sípan.
- Isidro Chagua, J. (2019). Puno-Puno, Influencia De La Adición De Fibras De Acero En Las Propiedades Del Concreto Empleado Para Pavimentos En La Construcción De Pistas En La Ciudad De. Isidro Chagua, Jhonson.
- Isidro, C. J. (2019). Influencia De La Adición De Fibras De Acero En Las Propiedades Del Concreto Empleado Para Pavimentos En La Construcción De Pistas En Laciudad De Puno-Puno. Puno - Perú: Universidad Nacinal Del Altiplano.
- Jose, M. M. (2019). Uso De Fibra De Acero En El Concreto Obtenidas Del Reciclaje De Neumáticos. México: Universidad Nacional Autonoma De México.
- José, M. M. (2019). Uso De Fibras De Acero En El Concreto Obtenidas Del Reciclaje De Neumáticos . Universidad Autonoma De Mexico.
- Juarez, V. P., & Sanchez, Z. E. (2024). Utilización De Fibras De Acero Reciclado Para Mejorar El Comportamiento Estructural Del Pavimento Rígido. Quito - Ecuador: Universidad, Ciencia Y Tecnología.
- López, M. T., & García, A. F. (2020). Efecto De La Calidad Del Agua En Las Propiedades Del Concreto Estructural. México: Universidad Nacional Autónoma De México.
- Machaca, C. Y. (2022). Evaluación De Las Propiedades Físico Mecánicas Del Concreto $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ Adicionando Fibras De Acero De Neumáticos Reciclados, Juliaca - 2022. Juliaca - Puno - Perú: Universidad César Vallejo.
- Mendoza, C. L. (2021). Estudio Del Comportamiento Del Cemento Portland En Diferentes Condiciones Climáticas. Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Ñaupas, T. D., & Sosa, S. D. (2019). Comportamiento Mecánico Del Concreto Reforzadoscon Fibra De Acero En El Análisis Estructural De Placas En El Proyecto Deampliación Del Centro Médico San Conrado En Los Olivos, Lima - Perú . Lima - Perú: Universidad De San Martin De Porres.



- Oblitas, S. M., & Zelaya, J. V. (2020). *Uso De Polvo De Grafito Como Aditivo En El Concreto F'c 210 Kg/Cm2 A Fin De Mejorar Las Propiedades Mecánicas Del Concreto*. Lima – Perú: Universidad De San Martin De Porres.
- Perez, G. J. (2021). *Influencia De La Granulometría Del Agregado Gueso En Las Propiedades Mecánicas E Hidráulicas De Un Concretopermeable*. Trujillo – Perú: Universidad Privada Del Norte.
- Pérez, J. L., & Martínez, R. G. (2019). *Evaluación Del Agua De Mezcla En Concretos De Alto Desempeño*. Universidad De Los Andes.
- Quispe, R. M. (2020). *Influencia De Las Propiedades De Los Agregados En El Diseño De Mezclas De Concreto Premezclado En La Región Cusco*. . Cusco - Perú: Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco.
- Rodriguez, A. (2020). *Manual De Practicas De Laboratorio De Concreto*. Mexico: Uach.
- Rojas, C. N., & Peñeros, M. J. (2022). *Comportamiento Del Concreto Simple Adicionado Con Fibras De Acero De Llantas Recicladas De Uso Automotriz*. Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia .
- Sampieri, R. H. (2019). *Metodología De La Investigación* . (7ª Ed.). Mcgraw-Hill.
- Sandoval, S. F. (2022). *Efectos De La Incorporación De Fibras De Acero En Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Con Aditivo Plastificante*, Lambayeque 2020. Pimentel – Perú: Universidad Señor De Sípan.
- Toribio, H. D., & Ugaz, A. J. (2021). *Evaluación Del Concreto Reforzado Con Fibras De Acero Recicladas Para Mejorar Las Propiedades De Un Pavimento Rígido*. Lima - Perú: Universidad De San Martin De Porres.
- Valencia, C. P., & Quintana, C. C. (2019). *Análisis Comparativo Entre El Concreto Simple Y El Concreto Con Adición De Fibra De Acero Al 12% Y 14%*. Bogota - Colombia : Universidad Catolica De Colombia .
- Valenzuela, R. Y. (2021). *Nálisis Comparativo De La Resistencia A Compresión Del Concreto Tradicional, Con Concreto Al Emplear Zeolita Natural En Reemplazo Parcial Del Cemento*. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.



Vargas, C. L. (2021). Comportamiento De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Concreto Adicionando Polvo De Grafito, Chiclayo - 2021. Trujillo - Perú: Universidad César Vallejo.

Vargas, O. G., & Yataco, B. A. (2020). Efecto De Las Fibras De Acero Y Polipropileno En La Resistencia A La Flexión Del Concreto Para Pavimentos Rígidos. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma.

Villegas, J. P. (2019). Influencia Del Aire Incorporado En Las Propiedades Mecánicas Del Concreto Estructural. Lima - Perú: Universidad Nacional De Ingeniería.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de Consistencia

INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la influencia del grafito en polvo y fibra de acero reciclado proveniente de neumáticos en las propiedades del concreto convencional en el distrito de San Miguel?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar las propiedades de un concreto convencional con la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la ciudad de San Miguel.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La adición de grafito en polvo y fibra de acero reciclado influye positivamente en las propiedades del concreto de diseño convencional en el distrito de San Miguel, mejorando su comportamiento en términos de asentamiento, resistencia a la compresión y flexión.</p>	<p>Variable Independiente Grafito en polvo y Fibra de acero reciclado</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Porcentaje en 0.5% de grafito en polvo. •Porcentaje en 1.0% de grafito en polvo •Porcentaje en 2.0% de grafito en polvo •Porcentaje en 1.0% de fibra de acero reciclado •Porcentaje en 2.5% de fibra de acero reciclado •Porcentaje en 5.0% de fibra de acero reciclado 	<p>Fichas y formatos de campo</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo influye la adición de grafito en polvo y fibra de acero reciclado en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es el efecto de la incorporación de Grafito en polvo y fibra de acero reciclado e l resistencia a compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de San Miguel?</p> <p>¿Cuál es efecto de la aplicación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la resistencia a flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la influencia de la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la consistencia de la mezcla de concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.</p> <p>Determinar el efecto de la incorporación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.</p> <p>Determinar el efecto de la aplicación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado en la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>La fluencia de la adición de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado mantendrá la consistencia de la mezcla de concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.</p> <p>El efecto de la incorporación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado mejorará la resistencia a la compresión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.</p> <p>El efecto de la aplicación de Grafito en Polvo y Fibra de Acero Reciclado incrementará la resistencia a la flexión del concreto convencional de $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de San Miguel.</p>	<p>Variable Dependiente Propiedades del concreto convencional</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Consistencia</i> - <i>Resistencia a compresión</i> - <i>Resistencia a flexión</i> 	



Anexo 2. Certificados de Calidad de laboratorio



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁZQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECIJADO, PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA
CANTERA: UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO / UNOCOLLA - AGREGADO FINO
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO UANCV
FECHA: MAYO DEL 2024

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 486.59
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	116.36	23.27	23.27	76.73	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1316.69
N° 16	89.36	17.87	41.14	58.86	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1621.45
N° 30	105.45	21.09	62.23	37.77	PESO ESPECÍFICO	
N° 60	56.25	11.25	73.48	26.51	Wc+B =	$\frac{1616}{2.57} = 628.79$
N° 100	36.25	7.25	80.74	19.26	Wc+B-W =	$\frac{194}{2.57} = 75.49$
N° 200	42.15	8.43	89.17	10.83	ABSORCIÓN	
FONDO	14.16	2.83	100.00	0.00	B =	$\frac{500.00}{2.57} = 194.55$
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{13.41}{628.79} \times 100 = 2.13\%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
MF= MÓDULO DE FINEZA			2.97			

AGREGADO GRUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 786.54
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	262	7.49	7.49	92.51	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1316.69
3/4"	514	14.89	22.17	77.83	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1601.24
1/2"	1026	29.31	51.48	48.51	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	547	15.83	67.11	32.89	Wc+B =	$\frac{2116}{2.54} = 833.07$
1/4"	1135	32.43	99.54	0.46	Wc+B-W =	$\frac{314}{2.54} = 123.62$
FONDO	16.00	0.46	100.00	0.00	ABSORCIÓN	
SUMA	3500.00	100.00			B =	$\frac{800.00}{2.54} = 314.96$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{14.06}{833.07} \times 100 = 1.69\%$

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

MICA
INGENIERA CIVIL
CIP: 103207



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.

SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUICASACA

CANERA: LINOCOLLA - AGREGADO GRUESO
LINOCOLLA - AGREGADO FINO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA: MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	372.56
P.T.M. SECA	357.14
P.TARRO	51.18
P. AGUA	15.42
P.S.SECO	305.96
% HUMEDAD	5.04

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	379.28
P.T.M. SECA	372.37
P.TARRO	51.18
P. AGUA	6.91
P.S.SECO	321.19
% HUMEDAD	2.15

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9384	5970	2124	1607
9400	5970	2124	1615
9399	5970	2124	1614
			1612

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12859	7985	3228	1510
12828	7985	3228	1500
12857	7985	3228	1509
			1507

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9622	5970	2124	1719
9616	5970	2124	1717
9614	5970	2124	1716
			1717

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13204	7985	3228	1617
13212	7985	3228	1619
13249	7985	3228	1631
			1622

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DARIEN VIDAL CESINARIO SUICASACA
RCP - CIVIL INGENIERÍA
Msc. Darlen Vidal Cesinario Suicasaca



UNIVERSIDAD NACIONAL Vicerrectoría de Investigación
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

PROYECTO : INFLUENCIA DEL GRABTO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DARIÉN VIDAL CÉSINARIO SUCASACA

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO
UNOCOLLA - AGREGADO FINO

UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : MAYO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: AGI 211.1.74
AGI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IP

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: $3/4''$ (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.57
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1622	1717
P.U. Suelto	1507	1612
% de Absorción	1.79	2.76
% de Humedad Natural	2.15	5.04
Modulo de Fineza	-	2.97

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- El asentamiento dado es de $3''$ a $4''$ (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nombr $3/4''$ (19.05mm)
- Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclada que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 L/m^3
- Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
- Como se prevé que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56
- De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$[(205 \text{ L/m}^3) / (0.56)] = 366 \text{ Kg/m}^3$$

M.S.C.A.
Ing. Darén Vidal Césinario Sucasaca
R.P. 103297



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.97 el peso específico unitario del agregado grueso varitado-compactado de 1622 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.592 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.5923) * (1622) = 961 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m³ de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (368) / (2.88 * 1000) = 0.127 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (961) / (2.53 * 1000) = 0.380 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.732 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.732) = 0.268 \text{ m}^3$$

$$(0.268) * (2.57) * 1000 = 690 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidos los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (961) * (1.021514) = 982 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (690) * (1.0504) = 725 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 981 * \left(\frac{2.15 - 1.79}{100} \right) - 690 * \left(\frac{5.04 - 2.76}{100} \right) = 186$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m ³)	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	368	1.00	368	1.00
Agua	205	0.56	186	0.51
Agreg. Grueso	961	2.82	982	2.68
Agreg. Fino	690	1.89	725	1.98
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.61 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	84.16 Kg.
Agregado grueso húmedo	113.95 Kg.
Agua efectiva	21.57 Kg.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROF. CAR. NORBERTO...

Ing. Arnoldo Fene Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

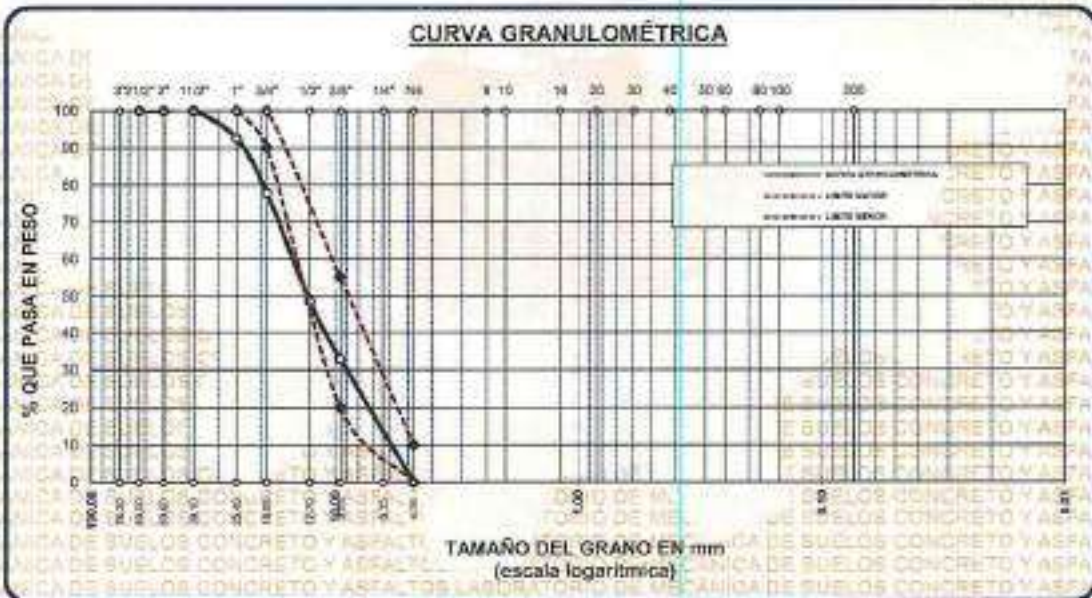


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM C 33

PROYECTO: INFLUENCIA DEL GRAFT EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA
CANTERA: UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO - LABO
LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO - UANCV
FECHA: MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1"	25.400	260.00	7.40	7.40	92.51		
3/4"	19.000	514.00	14.69	22.17	77.63	80 - 95 %	
1/2"	12.500	1029.00	29.33	51.49	48.51		
3/8"	9.525	547.00	15.63	67.11	32.89	0 - 10 %	
1/4"	6.350						
Nº4	4.750	1130.00	32.43	99.54	0.46		
BASE TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.46					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo José Torres
D.P. 103257



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VILLASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO: INFLUENCIA DEL GRABTO EN POLVO Y FIRRA DE ACERO REICLADO PROVENIENTE DE PNEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

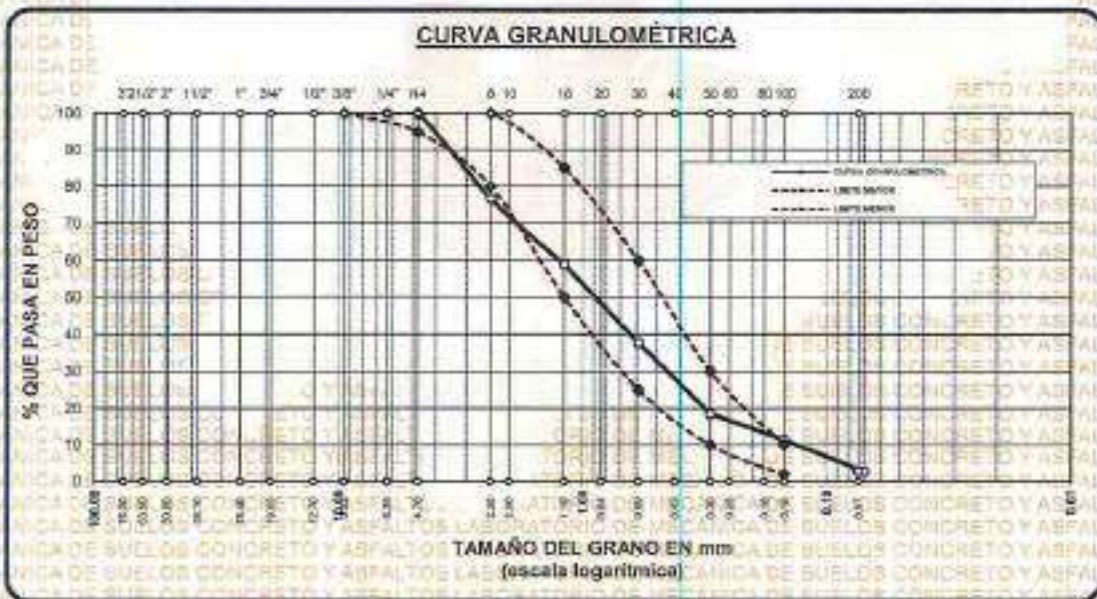
SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA

CANTERA: UNOCOLLA - AGREGADO FINO

LUGAR: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA: MAYO DEL 2024

TAMICES	ABERTURA	POSO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA		MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
Nn4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fibra = 2.97
No8	2.380	316.36	25.27	23.27	76.73		OBSERVACIONES:
No10	2.000						
No16	1.190	89.36	37.87	41.14	58.86	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.600	105.45	21.09	62.23	37.77	25 - 60 %	
No40	0.420						
No50	0.300	96.26	19.25	81.48	18.51	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	36.25	7.25	88.74	11.26	2-10%	
No200	0.075	42.16	8.43	97.17	2.83		
BASE		14.16	2.83	100	6.20		
TOTAL		520.00	100.00				
% PERDIDA		2.83					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



[Handwritten Signature]
 Ing. Arnoldo Torres
 Vicerrector de Investigación



UNIVERSIDAD ANDINA "MIGUEL ALEMÁN CACERES VOLASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

PROYECTO : INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUJASACA

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO DE LABO UNOCOLLA - AGREGADO FINO DE LABO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : MAYO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	5970 gr	5970 gr	5970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2124 cm ³	2124 cm ³	2124 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9384.00 gr	9400.00 gr	9398.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3414.00 gr	3430.00 gr	3420.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.607 gr/cm ³	1.615 gr/cm ³	1.614 gr/cm ³
PROMEDIO		1.612 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	5970 gr	5970 gr	5970 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2124 cm ³	2124 cm ³	2124 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9622.00 gr	9618.00 gr	9614.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3652.00 gr	3646.00 gr	3644.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.719 gr/cm ³	1.717 gr/cm ³	1.716 gr/cm ³
PROMEDIO		1.717 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Mg. Arnoldo Yano Torres
CIP: 10000



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 / AASHTO T - 19

PROYECTO : INFLUENCIA DEL GRÁFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL
SOLICITANTE : BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUCCASACA
CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO
: UNOCOLLA - AGREGADO FINO
LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV
FECHA : MAYO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)			
PESO DEL MOLDE	7885 gr	7885 gr	7885 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3228 cm ³	3228 cm ³	3228 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12659.00 gr	12626.00 gr	12657.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4674.00 gr	4843.00 gr	4872.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.510 gr/cm ³	1.500 gr/cm ³	1.509 gr/cm ³
PROMEDIO	1.507 gr/cm ³		

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)			
PESO DEL MOLDE	7885 gr	7985 gr	7985 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3228 cm ³	3228 cm ³	3228 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	13204.00 gr	13212.00 gr	13249.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5219.00 gr	5227.00 gr	5264.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.617 gr/cm ³	1.619 gr/cm ³	1.631 gr/cm ³
PROMEDIO	1.622 gr/cm ³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
"ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL"

Mario Armando Yana Torres
CIP: 103289



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VEASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MFC E108-2000

PROYECTO : INFLUENCIA DEL GRABTO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA

CANTERA : UNOCOLLA - AGREGADO GRUESO
UNOCOLLA - AGREGADO FINO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : MAYO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	372.56
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	357.14
PESO DEL TARRO (gr.)	51.18
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	321.38
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	305.96
PESO DEL AGUA (gr.)	15.42
% HUMEDAD	5.04

MUESTRA : AGREGADO GRUESO	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	379.28
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	372.37
PESO DEL TARRO (gr.)	51.18
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	328.10
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	321.19
PESO DEL AGUA (gr.)	6.91
% HUMEDAD	2.15

OBSERVACIONES:
*LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



Dr. Arnaldo Jara Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERBER VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASION LOS ANGELES" NORMAS ASTM C 131 AASTHO (DESIGNACION) T-26

PROYECTO : INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO REICICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE : BACHELER DARIEN VIDAL CEBANARO SUCABACA

CANTERA : UNOCOLLA - FINO - GRUESO

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : MAYO DEL 2024

TIPO DE AGREGATO: FINO: GRUESO: OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 4977.00$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 3944.77$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $W = 1032.23$ gr.

PORCENTAJE DE PIEDRA:

$$De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

$De = 20.74 \%$

NOTA:

GRADUACION: "A", 3/4" - 1/2" = 2502, 1/2" - 3/8" = 2501

TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE: 79.26 % Y PERDIDA DE 20.74 %

NORMA AASTHO (DESIGNACION) T-26, ASTM - C-131

OBSERVACION: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL BACHELIER

MSCA
MAYOR DONACION DE INVESTIGACION
RCS - CLASIFICACION
[Firma]
Darien Antonio Yano Torres



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE ASENTAMIENTO (SLUMP)

NTP-339.025

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAPITO EN PÓLVOS Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUJASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024



PRUEBA DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CONVENCIONAL

N°	Mezcla	Rango	Fc (kg/cm ²)	Slump (cm)
M-1	Concreto Patrón	(3-4)	110	3.7
M-2	Concreto Patrón		110	3.6
M-3	Concreto Patrón		110	3.5
M-4	Concreto Patrón		110	3.5
Promedio				3.6

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



[Signature]
Ing. Aracely Yano Torres



UNIVERSIDAD NACIONAL "NESTOR CERREÓN VILLASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y DEMOSTRACIONES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE ASENTAMIENTO (SLUMP)

NTP 338.035

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO REICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARWIN VIDAL CESNARIO SUCASACA

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA: MAYO DEL 2024



PRUEBA DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE GRAFITO EN POLVO

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 0.5% DE GRAFITO EN POLVO

N°	Mezcla	Rango	f _c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo	[3-4]	210	3.3
M-2	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo		210	3.4
M-3	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo		210	3.4
M-4	Concreto Patrón + 0.5% de Grafito en Polvo		210	3.3
Promedio:				3.4

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 1.0% DE GRAFITO EN POLVO

N°	Mezcla	Rango	f _c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo	[3-4]	210	3.1
M-2	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	2.9
M-3	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	3
M-4	Concreto Patrón + 1.0% de Grafito en Polvo		210	2.9
Promedio:				3.0

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 2.5% DE GRAFITO EN POLVO

N°	Mezcla	Rango	f _c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo	[3-4]	210	2.7
M-2	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.6
M-3	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.6
M-4	Concreto Patrón + 2.0% de Grafito en Polvo		210	2.5
Promedio:				2.6

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLEADAS POR EL BACHILLER



[Firma manuscrita]
Msc. Stenlio Toro Torres



UNIVERSIDAD ANDINA "PAOLO HAZQUEZ VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE ASENTAMIENTO (SLUMP)

NTP 315.035

TFMA

INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECIKLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MARHUFO

SOLICITANTE
LUGAR
FECHA

BACHILLER DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA
MAYO DEL 2024



PRUEBA DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CONVENCIONAL CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO RECIKLADO

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 1.0% DE FIBRA DE ACERO RECIKLADO

N°	Mezcla	Rango	F _c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado	[3-4]	210	3,2
M-2	Concreto Patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado		210	3,2
M-3	Concreto Patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado		210	3,3
M-4	Concreto Patrón + 1.0% de Fibra de Acero Reciclado		210	3,1
Promedio				3,2

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 2.5% DE FIBRA DE ACERO RECIKLADO

N°	Mezcla	Rango	F _c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado	[3-4]	210	2,9
M-2	Concreto Patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado		210	2,8
M-3	Concreto Patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado		210	2,8
M-4	Concreto Patrón + 2.5% de Fibra de Acero Reciclado		210	2,7
Promedio				2,8

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO CON 5.0% DE FIBRA DE ACERO RECIKLADO

N°	Mezcla	Rango	F _c (kg/cm ²)	slump (plg)
M-1	Concreto Patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado	[3-4]	210	2,3
M-2	Concreto Patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado		220	1,4
M-3	Concreto Patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado		210	2,3
M-4	Concreto Patrón + 5.0% de Fibra de Acero Reciclado		220	1,1
Promedio				2,3

OBSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA "PAOLO HAZQUEZ VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - CALIFICACIÓN FINAL

[Signature]
DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTROR GALERUS ABQUIT"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DEL GRANTO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO REICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARIN VIDAL CESNARIO SUZASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JELUACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO CONVENCIONAL

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	28365	14.98	176.24	149.58	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.24
2	BRIQUETA DE PRUEBA	28347	14.98	176.24	149.49	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.19
3	BRIQUETA DE PRUEBA	28538	15.01	178.95	149.98	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.41
4	BRIQUETA DE PRUEBA	28329	14.98	176.24	149.39	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.14
5	BRIQUETA DE PRUEBA	28387	14.98	176.24	149.72	210	10/04/2024	16/04/2024	7	71.29
Promedio De Esf. Rotura					149.63					71.28

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	34297	14.98	176.24	194.54	210	10/04/2024	23/04/2024	14	92.64
2	BRIQUETA DE PRUEBA	34213	14.98	176.24	194.12	210	10/04/2024	23/04/2024	14	92.44
3	BRIQUETA DE PRUEBA	34463	15.01	178.95	194.76	210	10/04/2024	23/04/2024	14	90.74
4	BRIQUETA DE PRUEBA	34324	15.01	178.95	193.98	210	10/04/2024	23/04/2024	14	92.97
5	BRIQUETA DE PRUEBA	34270	14.98	176.24	194.45	210	10/04/2024	23/04/2024	14	92.99
Promedio De Esf. Rotura					194.37					92.68

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA	36266	15.01	178.95	216.26	210	10/04/2024	7/05/2024	28	102.97
2	BRIQUETA DE PRUEBA	36298	15.01	178.95	216.43	210	10/04/2024	7/05/2024	28	103.09
3	BRIQUETA DE PRUEBA	36099	14.98	176.24	216.17	210	10/04/2024	7/05/2024	28	103.94
4	BRIQUETA DE PRUEBA	36189	14.98	176.24	216.67	210	10/04/2024	7/05/2024	28	103.17
5	BRIQUETA DE PRUEBA	36314	15.01	178.95	216.52	210	10/04/2024	7/05/2024	28	103.11
Promedio De Esf. Rotura					216.41					103.05

OBSERVACIONES:
1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

Darin Vidal Cesnario Suzasaca
C.I. 1081234567



UNIVERSIDAD NACIONAL VESTER OCHOA ROS VILASQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

NTP 332.034

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.

SOLICITANTE: BACHILLER DAREN VIDAL GESINARO SUZASACA
LUGAR: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: (MAYO DEL 2024)

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 0.50% DE GRAFITO EN POLVO

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	d	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	26691	15.01	176.95	162.09	210	10/04/2024	16/04/2024	7	77.16
2	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	26596	14.98	176.24	162.25	210	10/04/2024	16/04/2024	7	77.26
3	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	26815	14.98	176.24	162.38	210	10/04/2024	16/04/2024	7	77.31
4	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	26562	14.98	176.24	162.00	210	10/04/2024	16/04/2024	7	77.14
5	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	26798	15.01	176.95	162.41	210	10/04/2024	16/04/2024	7	77.34
Promedio De Est. Rotura					162.22					77.25

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	d	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	36211	14.98	176.24	205.46	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.84
2	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	36135	14.98	176.24	205.37	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.79
3	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	36325	15.01	176.95	205.28	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.78
4	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	36254	14.98	176.24	205.70	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.96
5	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	36201	14.98	176.24	205.40	210	10/04/2024	23/04/2024	14	97.61
Promedio De Est. Rotura					205.44					97.63

N°	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	CARGA	d	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	40566	15.01	176.95	229.26	210	10/04/2024	7/05/2024	26	109.17
2	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	40561	15.01	176.95	229.17	210	10/04/2024	7/05/2024	26	109.10
3	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	40374	14.98	176.24	229.06	210	10/04/2024	7/05/2024	26	109.00
4	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	40424	14.98	176.24	229.36	210	10/04/2024	7/05/2024	26	109.32
5	BRUQUETA DE PRUEBA + 0.5% GP	40614	15.01	176.95	229.52	210	10/04/2024	7/05/2024	26	109.30
Promedio De Est. Rotura					229.28					109.16

OBSERVACIONES:
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD NACIONAL VESTER OCHOA ROS VILASQUEZ
 F.P.P. - CIVIL INGENIERIA CIVIL

ALVARO TORRES



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.334

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CEBNARIO SUCASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.0% DE GRAFITO EN POLVO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	28481	15.01	176.85	188.61	210	10/04/2024	16/04/2024	7	78.34
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	29329	14.98	176.24	198.39	210	10/04/2024	16/04/2024	7	79.24
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	29310	14.98	176.24	186.30	210	10/04/2024	16/04/2024	7	79.19
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	29366	14.98	176.24	166.74	210	10/04/2024	16/04/2024	7	79.40
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	29489	15.01	176.85	188.85	210	10/04/2024	16/04/2024	7	79.98
Promedio De Esf. Rotura					168.54					78.39

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37124	14.98	176.24	210.64	210	10/04/2024	23/04/2024	14	100.36
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37082	14.98	176.24	210.40	210	10/04/2024	23/04/2024	14	100.16
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37267	15.01	176.85	210.61	210	10/04/2024	23/04/2024	14	100.26
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37139	14.98	176.24	210.73	210	10/04/2024	23/04/2024	14	100.35
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	37115	14.98	176.24	210.55	210	10/04/2024	23/04/2024	14	100.28
Promedio De Esf. Rotura					210.59					100.26

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	41386	15.01	176.85	233.89	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.37
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	41312	15.01	176.85	233.47	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.17
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	41245	14.98	176.24	234.02	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.44
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	41226	14.98	176.24	233.91	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.38
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 4%	41280	15.01	176.85	233.95	210	10/04/2024	7/05/2024	28	111.41
Promedio De Esf. Rotura					233.85					111.36

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mag. Darlen Vidal Cebnario
DIR. LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO REICICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CEBANARIO BUCASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 2.0% DE GRAFITO EN POLVO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	25642	15.01	176.95	144.91	210	10/04/2024	16/04/2024	7	69.01
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	23514	14.98	176.24	144.77	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.94
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	25654	14.98	176.24	145.66	210	10/04/2024	16/04/2024	7	82.31
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	25612	14.98	176.24	143.32	210	10/04/2024	16/04/2024	7	68.20
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	25689	15.01	176.95	145.16	210	10/04/2024	16/04/2024	7	68.13
Promedio De Esf. Rotura					145.15					69.12

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	33471	14.98	176.24	189.91	210	10/04/2024	23/04/2024	14	90.43
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	33423	14.98	176.24	189.64	210	10/04/2024	23/04/2024	14	90.51
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	33534	15.01	176.95	189.51	210	10/04/2024	23/04/2024	14	90.24
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	33457	14.98	176.24	189.63	210	10/04/2024	23/04/2024	14	90.40
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	33373	14.98	176.24	188.36	210	10/04/2024	23/04/2024	14	90.17
Promedio De Esf. Rotura					189.64					90.31

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	37104	15.01	176.95	209.89	210	10/04/2024	7/05/2024	28	99.85
2	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	37101	15.01	176.95	209.87	210	10/04/2024	7/05/2024	28	99.84
3	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	37007	14.98	176.24	209.98	210	10/04/2024	7/05/2024	28	99.99
4	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	36997	14.98	176.24	209.92	210	10/04/2024	7/05/2024	28	99.96
5	BRIQUETA DE PRUEBA + E-N 0%	37098	15.01	176.95	209.65	210	10/04/2024	7/05/2024	28	99.83
Promedio De Esf. Rotura					209.76					99.80

OBSERVACIONES:
E 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



INGENIERO CIVIL
DARIEN VIDAL CEBANARIO BUCASACA
MAYO 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL Vicerrectorado de Investigación
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 330.034

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHELIER CARIEN VIDAL CEBANARIO SUCCASADA

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV JULIACA

FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 1.0% DE FIBRA DE ACERO RECICLADO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	27243	15.01	176.95	153.98	210	10/04/2024	16/04/2024	7	73.31
2	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	27156	14.98	176.24	153.81	210	10/04/2024	16/04/2024	7	73.24
3	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	27037	14.98	176.24	153.41	210	10/04/2024	16/04/2024	7	73.05
4	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	27086	14.98	176.24	153.50	210	10/04/2024	16/04/2024	7	73.11
5	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	27219	15.01	176.95	153.62	210	10/04/2024	16/04/2024	7	73.25
Promedio De Esf. Rotura					153.71					73.19

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	35126	15.01	176.95	198.50	210	10/04/2024	23/04/2024	14	94.52
2	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	35041	15.01	176.95	198.03	210	10/04/2024	23/04/2024	14	94.30
3	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	34932	14.98	176.24	198.32	210	10/04/2024	23/04/2024	14	94.44
4	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	34936	14.98	176.24	198.12	210	10/04/2024	23/04/2024	14	94.34
5	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	35112	15.01	176.95	198.43	210	10/04/2024	23/04/2024	14	94.49
Promedio De Esf. Rotura					198.28					94.42

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	38668	15.01	176.95	220.22	210	10/04/2024	7/05/2024	28	104.87
2	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	38763	14.98	176.24	219.94	210	10/04/2024	7/05/2024	28	104.73
3	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	38782	14.98	176.24	220.05	210	10/04/2024	7/05/2024	28	104.80
4	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	38793	14.98	176.24	220.13	210	10/04/2024	7/05/2024	28	104.82
5	BRIOQUETA DE PRUEBA + P-G 1%	38874	15.01	176.95	219.85	210	10/04/2024	7/05/2024	28	104.81
Promedio De Esf. Rotura					220.01					104.77

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHELIER

UNIVERSIDAD NACIONAL Vicerrectorado de Investigación
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

[Firma]
Mgtr. Gerardo Torres Torres



UNIVERSIDAD ANDINA TRISTÓN GARCÉS NELÁSOZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 338.034

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO REICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARIEN VIDAL CEBANARIO SUCASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 2.5% DE FIBRA DE ACERO REICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	30238	15.01	176.95	176.87	210	10/04/2024	16/04/2024	7	81.37
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	30134	14.98	176.24	176.86	210	10/04/2024	16/04/2024	7	81.42
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	30087	14.98	176.24	170.71	210	10/04/2024	16/04/2024	7	81.29
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	30191	14.98	176.24	170.79	210	10/04/2024	16/04/2024	7	81.33
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	30274	15.01	176.85	171.09	210	10/04/2024	16/04/2024	7	81.47
Promedio De Esf. Rotura					170.89					81.38

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	37836	14.98	176.24	214.68	210	10/04/2024	23/04/2024	14	102.23
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	37891	14.98	176.24	214.89	210	10/04/2024	23/04/2024	14	102.30
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	37951	15.01	178.85	214.47	210	10/04/2024	23/04/2024	14	102.13
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	37792	14.98	176.24	214.43	210	10/04/2024	23/04/2024	14	102.11
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	37775	14.98	176.24	214.36	210	10/04/2024	23/04/2024	14	102.07
Promedio De Esf. Rotura					214.99					102.18

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F/C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41834	15.01	176.05	236.42	210	10/04/2024	7/05/2024	28	112.58
2	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41885	15.01	176.95	236.71	210	10/04/2024	7/05/2024	28	112.72
3	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41769	14.98	176.24	237.00	210	10/04/2024	7/05/2024	28	112.86
4	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41703	14.98	176.24	236.62	210	10/04/2024	7/05/2024	28	112.88
5	BRIQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	41826	15.01	176.05	236.37	210	10/04/2024	7/05/2024	28	112.84
Promedio De Esf. Rotura					236.62					112.88

CONSERVACIONES:

1- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER


 Darlen Vidal Cebanario Sucasaca
 Bachiller en Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTRER CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP-339.034

TEMA: INFLUENCIA DEL GRABTO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO REICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACHILLER DARWIN VIDAL CROSINARIO SUCCASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DANCO-JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 5.0% DE FIBRA DE ACERO REICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	24675	15.01	175.95	139.12	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.25
2	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	24601	14.98	175.24	139.56	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.47
3	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 3%	24489	14.98	175.24	138.93	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.17
4	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	24638	15.01	176.95	139.24	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.30
5	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	24575	14.98	175.24	139.44	210	10/04/2024	16/04/2024	7	66.49
Promedio De Esf. Rotura					139.27					66.32

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	32174	14.98	175.24	182.35	210	10/04/2024	23/04/2024	14	86.03
2	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	32186	14.98	175.24	182.62	210	10/04/2024	23/04/2024	14	86.06
3	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	32281	15.01	176.95	182.45	210	10/04/2024	23/04/2024	14	86.57
4	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	32213	15.01	176.95	182.05	210	10/04/2024	23/04/2024	14	86.09
5	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	32156	14.98	175.24	182.45	210	10/04/2024	23/04/2024	14	86.58
Promedio De Esf. Rotura					182.42					86.87

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36456	14.98	175.24	206.74	210	10/04/2024	7/05/2024	28	95.45
2	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36456	14.98	175.24	206.85	210	10/04/2024	7/05/2024	28	95.50
3	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36696	15.02	177.19	207.10	210	10/04/2024	7/05/2024	28	95.52
4	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36481	14.98	175.24	206.99	210	10/04/2024	7/05/2024	28	95.57
5	BRUQUETA DE PRUEBA + P-G 5%	36728	15.01	176.95	207.05	210	10/04/2024	7/05/2024	28	95.54
Promedio De Esf. Rotura					207.05					95.52

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTRER CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Dr. Arnaldo José Torres
JEFE DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN PALACIOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚNICAS
SICILIA PROGRESIVA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 333.073

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAPITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECIKLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACH. BARIEN VIDAL CEBIARRO SUCASACA

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-URUMBA

FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15,00	15,00	50,00	2586,00	38,366	38,38	7
2	VIGA - 02	15,00	15,00	50,00	2571,00	38,082		7
3	VIGA - 03	15,00	15,00	50,00	2593,00	38,410		7
4	VIGA - 04	15,00	15,00	50,00	2582,00	38,282		7
5	VIGA - 05	15,00	15,00	50,00	2590,00	38,370		7
Promedio De Esf. Rotura					2585,80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15,00	15,00	50,00	3054,00	45,244	45,23	14
2	VIGA - 02	15,00	15,00	50,00	3060,00	45,185		14
3	VIGA - 03	15,00	15,00	50,00	3067,00	45,437		14
4	VIGA - 04	15,00	15,00	50,00	3065,00	45,209		14
5	VIGA - 05	15,00	15,00	50,00	3061,00	45,348		14
Promedio De Esf. Rotura					3057,40			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15,00	15,00	50,00	3469,00	51,348	51,36	28
2	VIGA - 02	15,00	15,00	50,00	3479,00	51,541		28
3	VIGA - 03	15,00	15,00	50,00	3454,00	51,170		28
4	VIGA - 04	15,00	15,00	50,00	3482,00	51,289		28
5	VIGA - 05	15,00	15,00	50,00	3471,00	51,125		28
Promedio De Esf. Rotura					3462,40			

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL SACHILLER


 Agr. Waldemar Torres
 M.S.C.



UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTRIZ CACERES VELAZQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 309.073

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.
SOLICITANTE: BACH. DAREN VIDAL CESNARIO SUZASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 0.5% DE GRAFITO EN POLVO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mj) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mj) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2737.00	40.546	40.40	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2717.00	40.252		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2721.00	40.311		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2745.00	40.667		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2733.00	40.485		7
Promedio De Est. Rotura					2733.60			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mj) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mj) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3200.00	47.500	47.66	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3218.00	47.674		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3234.00	47.911		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3214.00	47.616		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3210.00	47.566		14
Promedio De Est. Rotura					3216.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mj) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mj) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3618.00	53.600	53.67	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3632.00	53.807		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3610.00	53.481		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3625.00	53.704		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3636.00	53.778		28
Promedio De Est. Rotura					3623.00			

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
UNIVERSIDAD NACIONAL "MESTRIZ CACERES VELAZQUEZ"
FICP - CARRANZA CIVIL
[Firma]
Ing. Amalia Yara Torres



UNIVERSIDAD ANDINA JOSÉ GREGORIO MELGAREJO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 338.378

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.

SOLICITANTE: BACH. DARIEN VIDAL CESINARIO SUZASACA

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 1.0% DE GRAFITO EN POLVO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	30.00	2996.00	44.281	44.24	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	30.00	2995.00	44.570		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	30.00	2981.00	44.163		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	30.00	2986.00	44.222		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	30.00	2980.00	44.148		7
Promedio De Ent. Rotura					2986.60			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	30.00	3469.00	51.559	51.60	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	30.00	3481.00	51.570		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	30.00	3459.00	51.244		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	30.00	3476.00	51.481		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	30.00	3485.00	51.353		14
Promedio De Ent. Rotura					3469.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	30.00	3879.00	57.487	57.82	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	30.00	3861.00	57.200		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	30.00	3881.00	57.496		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	30.00	3855.00	57.111		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	30.00	3870.00	57.353		28
Promedio De Ent. Rotura					3866.20			

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA JOSÉ GREGORIO MELGAREJO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

[Firma]
Ing. Darlen Vidal Cesinario Suzasaca

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
JEFATURA



UNIVERSIDAD NACIONAL VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 335.378

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.
SOLICITANTE: RACH DARREN VIDAL COSINARIO-SUCRASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-ULAJA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 2.0% DE GRAFITO EN POLVO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mn) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mn) (Kg/cm ²)	EDAD (DÍAS)
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15,00	15,00	50,00	3114,00	45,133	46,31	7
2	VIGA - 02	15,00	15,00	50,00	3125,00	46,298		7
3	VIGA - 03	15,00	15,00	50,00	3133,00	45,415		7
4	VIGA - 04	15,00	15,00	50,00	3138,00	46,482		7
5	VIGA - 05	15,00	15,00	50,00	3121,00	46,207		7
Promedio De Enf. Rotura					3125,20			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mn) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mn) (Kg/cm ²)	EDAD (DÍAS)
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15,00	15,00	50,00	3617,00	53,585	53,47	14
2	VIGA - 02	15,00	15,00	50,00	3602,00	53,363		14
3	VIGA - 03	15,00	15,00	50,00	3609,00	53,482		14
4	VIGA - 04	15,00	15,00	50,00	3608,00	53,467		14
5	VIGA - 05	15,00	15,00	50,00	3610,00	53,481		14
Promedio De Enf. Rotura					3609,20			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mn) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mn) (Kg/cm ²)	EDAD (DÍAS)
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15,00	15,00	50,00	4011,00	58,422	58,37	28
2	VIGA - 02	15,00	15,00	50,00	4019,00	58,541		28
3	VIGA - 03	15,00	15,00	50,00	4002,00	58,289		28
4	VIGA - 04	15,00	15,00	50,00	4001,00	58,274		28
5	VIGA - 05	15,00	15,00	50,00	4005,00	58,333		28
Promedio De Enf. Rotura					4007,60			

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHELIER



 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 INP - CAS AGUERA CIVIL
 Ing. Armando Yano Torres



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CERÓN DELGADO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS BÁSICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 333.075

TEMA: INFLUENCIA DE GRAPITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

SOLICITANTE: BACH. DANIEL VIDAL CESINARIO SUCABAGA

LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANDV JULIACA

FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 1.0% DE FIBRA DE ACERO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	2812.00	41.658	41.66	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	2801.00	41.456		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	2823.00	41.822		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	2815.00	41.704		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	2800.00	41.778		7
Promedio De Enf. Rotura					2814.20			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3285.00	48.887	48.56	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3275.00	48.578		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3251.00	48.183		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3294.00	48.800		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3290.00	48.593		14
Promedio De Enf. Rotura					3277.80			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3678.00	54.504	54.49	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3667.00	54.402		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3694.00	54.726		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3657.00	54.170		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3675.00	54.444		28
Promedio De Enf. Rotura					3678.44			

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER


 DANIEL VIDAL CESINARIO SUCABAGA
 BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL
 Msc. Amelinda Yana Torres



UNIVERSIDAD NACIONAL "INOSTER CERENZO VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP-338.378

TEMA: INFLUENCIA DE GRAPITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.
SOLICITANTE: INGR. DARLEN VIDAL CESARINO SUCCASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA: MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 2.5% DE FIBRA DE ACERO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD (DÍAS)
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3186.00	47.200	47.19	7
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3160.00	47.399		7
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3175.00	47.637		7
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3180.00	47.111		7
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3188.00	47.230		7
Promedio De Est. Rotura					3186.60			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD (DÍAS)
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	3675.00	54.444	54.42	14
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	3661.00	54.033		14
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	3699.00	54.207		14
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	3680.00	54.516		14
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	3673.00	54.400		14
Promedio De Est. Rotura					3673.40			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mr) (Kg/cm ²)	EDAD (DÍAS)
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA - 01	15.00	15.00	50.00	4066.00	60.533	60.34	28
2	VIGA - 02	15.00	15.00	50.00	4056.00	60.099		28
3	VIGA - 03	15.00	15.00	50.00	4075.00	60.301		28
4	VIGA - 04	15.00	15.00	50.00	4061.00	60.458		28
5	VIGA - 05	15.00	15.00	50.00	4067.00	60.252		28
Promedio De Est. Rotura					4070.00			

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FIERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER



INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
DIP. CAP. INGENIERÍA CIVIL

Dr. Sergio Jara Torres



UNIVERSIDAD NACIONAL "HERNÁN CATALÁN VILLALBA"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NTP 338.078

TEMA: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL.

SOLICITANTE: BACH. DARLEN VIDAL CESINARIO SUCASACA
LUGAR: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA.
FECHA: MAYO DEL 2024.

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON 5.0% DE FIBRA DE ACERO RECICLADO

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mj) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mj) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA -01	15.00	15.00	80.00	2943.00	43.600	43.49	7
2	VIGA -02	15.00	15.00	80.00	2918.00	43.244		7
3	VIGA -03	15.00	15.00	80.00	2931.00	43.422		7
4	VIGA -04	15.00	15.00	80.00	2937.00	43.511		7
5	VIGA -05	15.00	15.00	80.00	2925.00	43.338		7
Promedio De Est. Rotura					2931.00			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mj) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mj) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		h (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA -01	15.00	15.00	80.00	3412.00	50.548	50.55	14
2	VIGA -02	15.00	15.00	80.00	3401.00	50.386		14
3	VIGA -03	15.00	15.00	80.00	3416.00	50.652		14
4	VIGA -04	15.00	15.00	80.00	3420.00	50.667		14
5	VIGA -05	15.00	15.00	80.00	3410.00	50.519		14
Promedio De Est. Rotura					3412.40			

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resistencia a Flexión (Mj) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexión (Mj) (Kg/cm ²)	EDAD DÍAS
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				
1	VIGA -01	15.00	15.00	80.00	3701.00	55.719	55.66	28
2	VIGA -02	15.00	15.00	80.00	3742.00	55.437		28
3	VIGA -03	15.00	15.00	80.00	3775.00	55.925		28
4	VIGA -04	15.00	15.00	80.00	3755.00	55.636		28
5	VIGA -05	15.00	15.00	80.00	3735.00	55.644		28
Promedio De Est. Rotura					3750.00			

OBSERVACIONES:
LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.



INGENIERO CIVIL
F.C.P. - INGENIERÍA CIVIL
[Firma]
Vr. Arnoldo Torres

Anexo 2. Panel Fotográfico

Fotografía 1. Materiales para la elaboración del concreto



Fotografía 2. Tamizado de agregados finos



Fotografía 3. Tamizado de agregados gruesos



Fotografía 4 Tamizado de agregados



Fotografía 5 Pesado de agregado fino del tamizado



Fotografía 6 Pesado de agregado grueso del tamizado



Fotografía 7 Pesaje del agregado fino



Fotografía 8 Pesaje del agregado grueso



Fotografía 9 Pesaje del cemento



Fotografía 10 Pesajes de muestra para secado en horno



Fotografía 11 Secado de agregados en el horno



Fotografía 12 Ensayo de absorción con picnómetro



Fotografía 13 Peso unitario



Fotografía 14 Preparado de la mezcla



Fotografía 15 Ensayo de asentamiento paso 1



Fotografía 16 Ensayo de asentamiento paso 2



Fotografía 17 Ensayo de asentamiento paso 3



Fotografía 18 Elaboración de la briqueta



Fotografía 19 Curado de las briquetas



Fotografía 20 Ensayo de resistencia a la compresión paso 1



Fotografía 21 Ensayo de resistencia a la compresión paso 2



Fotografía 22 Ensayo de resistencia a la compresión paso 3



Fotografía 23 Ensayo de resistencia a la flexión





ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 16-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DARIEN VIDAL CESINARIO SUCASACA

Dirección: Av. TAMBOPATA MZ.B1 LT.27 Urb. SAN LUIS

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 78099914

Teléfono: 955 555 197 email: Darienes1000@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DEL GRAFITO EN POLVO Y FIBRA DE ACERO RECICLADO PROVENIENTE
PROVENIENTE DE NEUMÁTICOS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
CONVENCIONAL EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL

Palabras claves, (3 a 5 términos): GRAFITO EN POLVO, ACERO RECICLADO, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN,
AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17


Firma de Autor



huella digital

10-01-2025

Fecha