



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



**EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE
CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN
EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. SAUL LENIN MASCO VILCA

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

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. SAUL LENIN MASCO VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. FRITZ WILLY MAMAN APAZA

ASESOR DE TESIS

:

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 921-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 29 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 11574 presentado por el (la) Bachiller: **SAUL LENIN MASCO VILCA** 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. **SAUL LENIN MASCO VILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** 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. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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: **SAUL LENIN MASCO VILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 06 de setiembre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.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.



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

D. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Pacífico Soza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 550-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-07585 por el o (la) Bachiller: SAUL LENIN MASCO VILCA quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 606 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 110 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: SAUL LENIN MASCO VILCA, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**, 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° 110 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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 merito 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.

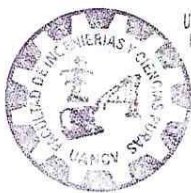
RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: SAUL LENIN MASCO VILCA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, 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.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 312-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5348, presentado el o (la) Bachiller SAUL LENIN MASCO VILCA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 327 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 116 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: SAUL LENIN MASCO VILCA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**, 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 de la propuesta de investigación formato N° 116 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO**.

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, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

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 aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 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 **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: SAUL LENIN MASCO VILCA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

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, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

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



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

Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBÓN EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	jbiomedsem.biomedcentral.com Fuente de Internet	1%
4	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	stacks.cdc.gov Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.utelesup.edu.pe Fuente de Internet	<1%


repositorio.urp.edu.pe



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Saul Lenin Masco Vilca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70422143
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-6594-3977
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	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Latitud: S 15° 50' 36" Longitud: O 70° 01' 25"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/LBvDPiFcEfHaBG1C8</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 - Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.00
- Librería	Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Pajón Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo SAUL LENIN MASCO VILCA, identificado con DNI

Nro. 70422143, 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:

EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO
DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES
EN LA CIUDAD DE PUNO

Asesorado por: Mgr. 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 19 de setiembre del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mi padre Aureliano Masco Laura, gracias por ser mi inspiración constante y por brindarme el apoyo inquebrantable encada paso de esta travesía académica, tu presencia ha sido fundamental para mi éxito en esta tesis ya que siempre estuviste ahí apoyándome y dándome consejos para hacer de mí una mejor persona, a mi difunta madre Mamerta Vilca Quispe que eres mi ángel guardián, mi inspiración constante y mi guía en cada paso que doy, a mis hermanos quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme.



AGRADECIMIENTO

Mami,

En este importante momento de mi vida, donde culmino mi tesis, quiero expresarte mi más profundo agradecimiento. Aunque no te encuentres físicamente a mi lado, sé que desde el cielo estás orgullosa de mí y has sido mi mayor inspiración durante todo este proceso.

No encuentro palabras suficientes para describir todo lo que significas para mí y lo que has representado en mi vida. Tu amor incondicional, tu apoyo constante y tu sabiduría han sido un faro de luz en mis días más oscuros y una guía en cada paso que he dado.

Desde el primer momento en que decidí emprender este proyecto, siempre creíste en mí, incluso más de lo que yo mismo creía. Tus palabras de aliento resonaban en mi mente cada vez que me enfrentaba a un desafío o cuando la desmotivación amenazaba con apoderarse de mí. Gracias por creer en mis capacidades y por alentarme a perseguir mis sueños.

A lo largo de este arduo proceso, he atravesado momentos de incertidumbre y dificultades, pero tu recuerdo y el amor que me brindaste me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante. Tu ausencia física ha sido un dolor inmenso, pero he encontrado consuelo en los momentos de reflexión, donde siento que tu espíritu me acompaña y me guía.

Hoy, al culminar mi tesis y obtener este logro que tanto anhelaba, quiero agradecerte a ti, mamá. Eres mi ángel guardián, mi inspiración constante y mi guía en cada paso que doy. Tu amor infinito y tu legado perdurarán en mi corazón y en mi carrera profesional.

Gracias por ser mi madre, mi confidente y mi ejemplo a seguir. Aunque ya no estés físicamente a mi lado, sé que siempre estarás presente en cada logro, en cada sonrisa y en cada lágrima.

Te amo y te extraño cada día, mamá. Este logro es también tuyo.

Con todo mi amor.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática	14
1.2	Planteamiento del problema	15
1.2.1	Problema general.....	15
1.2.2	Problemas específicos	15
1.3	Objetivos de la investigación	15
1.3.1	Objetivo general.....	15
1.3.2	Objetivos específicos	16
1.4	Justificación de la investigación	16
1.4.1	Justificación técnica	16
1.4.2	Justificación económica	16
1.4.3	Justificación social	17
1.4.4	Justificación ambiental	17
1.5	Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1	Hipótesis general	17
1.5.2	Hipótesis específicas.....	18
1.6	Variables e indicadores	18
1.6.1	Variable independiente.....	18
1.6.2	Variable dependiente	18
1.7	Operacionalización de variables	19



**CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO**

- 2.1 Antecedentes de la investigación..... 20
 - 2.1.1 Antecedentes internacionales 20
 - 2.1.2 Antecedentes nacionales 23
 - 2.1.3 Antecedentes regionales..... 25
- 2.2 Marco teórico..... 26
 - 2.2.1 Elementos estructurales..... 26
 - 2.2.1.1 Pilares o columnas..... 27
 - 2.2.1.2 Vigas..... 28
 - 2.2.1.3 Losas o placas 30
 - 2.2.1.4 Cimientos..... 34
 - 2.2.2 Refuerzo de elementos estructurales 37
 - 2.2.3 Fibra de carbono 38
 - 2.2.3.1 Características de la Fibra de Carbono 40
 - 2.2.4 Reforzamiento con fibra de carbono..... 41
- 2.3 Marco conceptual 43

**CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

- 3.1 Diseño de la investigación 45
- 3.2 Enfoque de la investigación 46
- 3.3 Métodos de la investigación..... 47
- 3.4 Nivel y tipo de investigación..... 47
 - 3.4.1 Tipo de investigación..... 47
 - 3.4.2 Nivel de investigación..... 48
- 3.5 Población y muestra de la investigación 49
 - 3.5.1 Población 49
 - 3.5.2 Muestra..... 49
- 3.6 Técnicas e instrumentos 50
 - 3.6.1 Técnicas..... 50
 - 3.6.2 Instrumentos 50
- 3.7 Validación y confiabilidad del instrumento 51
 - 3.7.1 Validación de instrumentos 51



3.7.2	Confiabilidad de instrumentos	51
3.8	Procedimiento de recolección de datos	52
3.8.1	Procedimiento	52
3.8.2	Ensayos	55
3.9	Procesamiento y análisis de datos.....	69

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Presentación y análisis de resultados	70
4.1.1	Prueba de rebote en elementos estructurales de alta resistencia.....	70
4.1.2	Diseño de mezclas de un concreto de alta resistencia	79
4.1.3	Resistencia a compresión y flexión del concreto con fibra de carbono	86
4.2	Discusión de resultados.....	114
CONCLUSIONES.....		117
RECOMENDACIONES.....		118
BIBLIOGRAFÍA.....		119
ANEXOS		122



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 19

Tabla 2 Esclerometría en la columna -1 71

Tabla 3 Esclerometría en la columna -2 71

Tabla 4 Esclerometría en la columna -3 72

Tabla 5 Esclerometría en la viga - 1 73

Tabla 6 Esclerometría en la viga - 2 73

Tabla 7 Esclerometría en la viga - 3 74

Tabla 8 Esclerometría en la columna -1 75

Tabla 9 Esclerometría en la columna -2 75

Tabla 10 Esclerometría en la columna -3 76

Tabla 11 Esclerometría en la viga - 1 77

Tabla 12 Esclerometría en la viga - 2 77

Tabla 13 Esclerometría en la viga - 3 78

Tabla 14 Humedad en los agregados..... 79

Tabla 15 Datos del peso específico y absorción..... 79

Tabla 16 Resultado sobre el peso específico y absorción 80

Tabla 17 Peso unitario (suelto) 81

Tabla 18 Peso unitario (compactado) 81

Tabla 19 Evaluación de la gradación granulométrica del agregado grueso 82

Tabla 20 Evaluación de la gradación granulométrica del agregado fino 83

Tabla 21 Dosificación de materiales para concreto..... 85

Tabla 22 Compresión simple del concreto base 86

Tabla 23 Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono 87

Tabla 24 Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono 88

Tabla 25 Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono 89

Tabla 26 Compresión simple del concreto base 90

Tabla 27 Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono 91

Tabla 28 Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono 92

Tabla 29 Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono 93

Tabla 30 Compresión simple del concreto base 94

Tabla 31 Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono 95

Tabla 32 Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono 96

Tabla 33 Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono 97

Tabla 34 Comparación de resistencias..... 98



Tabla 35	Comparación de resistencias en porcentajes.....	100
Tabla 36	Falla a flexión del concreto base.....	101
Tabla 37	Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono.....	102
Tabla 38	Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono.....	103
Tabla 39	Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono.....	104
Tabla 40	Falla a flexión del concreto base.....	105
Tabla 41	Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono.....	106
Tabla 42	Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono.....	107
Tabla 43	Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono.....	108
Tabla 44	Falla a flexión del concreto base.....	109
Tabla 45	Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono.....	110
Tabla 46	Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono.....	111
Tabla 47	Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono.....	112
Tabla 48	Comparación de resistencias.....	113



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Fibras de carbono	38
Figura 2	Fibra de carbono	52
Figura 3	Localización de la primera edificación de estudio.....	54
Figura 3	Localización de la segunda edificación de estudio	54
Figura 4	Humedad	57
Figura 5	Granulometría	59
Figura 6	Peso unitario	63
Figura 7	Rotura a compresión.....	67
Figura 9	Resistencias encontradas en columnas	72
Figura 10	Resistencias encontradas en vigas	74
Figura 11	Resistencias encontradas en columnas	76
Figura 12	Resistencias encontradas en vigas	78
Figura 13	Evaluación de la gradación granulométrica del agregado grueso.....	82
Figura 14	Evaluación de la gradación granulométrica del agregado fino.....	83
Figura 15	Proporciones.....	86
Figura 16	Compresión simple del concreto base.....	87
Figura 17	Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono.....	88
Figura 18	Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono.....	89
Figura 19	Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono.....	90
Figura 20	Compresión simple del concreto base.....	91
Figura 21	Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono.....	92
Figura 22	Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono.....	93
Figura 23	Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono.....	94
Figura 24	Compresión simple del concreto base.....	95
Figura 25	Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono.....	96
Figura 26	Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono.....	97
Figura 27	Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono.....	98
Figura 28	Comparación de resistencias	99
Figura 29	Comparación de resistencias en porcentajes	100
Figura 30	Falla a flexión del concreto base	101
Figura 31	Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono	102
Figura 32	Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono	103
Figura 33	Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono	104



Figura 34	Falla a flexión del concreto base	105
Figura 35	Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono	106
Figura 36	Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono	107
Figura 37	Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono	108
Figura 38	Falla a flexión del concreto base	109
Figura 39	Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono	110
Figura 40	Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono	111
Figura 41	Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono	112
Figura 42	Comparación de resistencias	113



RESUMEN

Este estudio, titulado "Evaluación de la aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones en la ciudad de Puno", se centra en la evaluación de la fibra de carbono para el reforzamiento de estructuras en edificaciones. La metodología empleada fue de carácter experimental, con un enfoque aplicado y de nivel explicativo. Inicialmente, se realizaron pruebas de esclerometría para determinar la resistencia de los elementos estructurales existentes. Los resultados mostraron que las columnas poseían resistencias que oscilaban entre 298 kg/cm² y 332 kg/cm², mientras que las vigas variaban entre 289 kg/cm² y 307 kg/cm². Posteriormente, se diseñaron elementos estructurales de alta resistencia con una resistencia objetivo de 350 kg/cm². Las proporciones óptimas en la mezcla de concreto resultaron ser 1:0.38:1.93:0.92, correspondientes a cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, respectivamente. Finalmente, se procedió al ensayo de briquetas con incorporación de fibra de carbono, observándose una mejora significativa en las propiedades mecánicas del concreto. La muestra patrón sin fibra de carbono alcanzó una resistencia a compresión de 349.11 kg/cm². Con la adición de una capa de fibra, la resistencia aumentó a 354.72 kg/cm²; con dos capas, se elevó a 359.69 kg/cm²; y con tres capas, la resistencia se incrementó hasta 364.101 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la flexión, la muestra patrón presentó 55.80 kg/cm², aumentando a 57.70 kg/cm² con una capa, 59.61 kg/cm² con dos, y alcanzando 63.71 kg/cm² con tres capas de fibra de carbono.

Palabras Clave: Elementos estructurales, concreto, fibra de carbono.



ABSTRACT

This study, entitled "Evaluation of the application of carbon fiber in the reinforcement of high strength structural elements in buildings in the city of Puno", focuses on the evaluation of carbon fiber for the reinforcement of structures in buildings. The methodology used was experimental, with an applied and explanatory approach. Initially, sclerometry tests were performed to determine the strength of the existing structural elements. The results showed that the columns had strengths ranging from 298 kg/cm² to 332 kg/cm², while the beams ranged from 289 kg/cm² to 307 kg/cm². Subsequently, high-strength structural elements were designed with a target strength of 350 kg/cm². The optimum proportions in the concrete mix were found to be 1:0.38:1.93:0.92, corresponding to cement, water, coarse aggregate and fine aggregate, respectively. Finally, the briquettes with carbon fiber incorporation were tested, showing a significant improvement in the mechanical properties of the concrete. The standard sample without carbon fiber achieved a compressive strength of 349.11 kg/cm². With the addition of one layer of fiber, the strength increased to 354.72 kg/cm²; with two layers, it increased to 359.69 kg/cm²; and with three layers, the strength increased to 364.101 kg/cm². As for the flexural strength, the standard sample presented 55.80 kg/cm², increasing to 57.70 kg/cm² with one layer, 59.61 kg/cm² with two layers, and reaching 63.71 kg/cm² with three layers of carbon fiber.

Keywords: Structural elements, concrete, carbon fiber.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la ingeniería civil busca continuamente mejorar la eficiencia y seguridad de las estructuras frente a las demandas impuestas por el medio ambiente y los crecientes requisitos estructurales. En la ciudad de Puno, conocida por su ubicación en una región sísmica y por condiciones climáticas que pueden ser extremas, la necesidad de innovar en materiales y técnicas de construcción es especialmente crítica. Esta investigación se centra en la evaluación de la fibra de carbono como material de refuerzo en elementos estructurales de alta resistencia. La fibra de carbono es reconocida por su alta resistencia y baja densidad, características que pueden contribuir significativamente a la prolongación de la vida útil de las edificaciones.

Este trabajo tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad y eficacia de la aplicación de fibra de carbono en el refuerzo de estructuras de concreto en Puno. Se pretende determinar las mejoras específicas en términos de resistencia y durabilidad de los elementos estructurales reforzados, comparándolos con estructuras convencionales. A través de un estudio detallado que incluye análisis de laboratorio y simulaciones numéricas, esta tesis busca aportar conocimientos fundamentales y aplicados que puedan ser utilizados por ingenieros civiles y arquitectos para optimizar el diseño y rehabilitación de edificaciones en áreas de alto riesgo sísmico y climático.

Con este estudio, se espera no solo avanzar en la comprensión del comportamiento de los materiales compuestos en la ingeniería civil, sino también proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la región y más allá.

La presente tesis está estructurada de la siguiente manera:

El primer capítulo de este trabajo se centra en la presentación de los principios fundamentales que sustentan la investigación. En esta parte inicial, se definen de manera clara y detallada las variables que configuran el marco conceptual del estudio, lo que



permite construir una base sólida y bien estructurada para el desarrollo de la investigación. Asimismo, se delinear los objetivos específicos, los cuales abarcan tanto propósitos generales como aquellos más focalizados, proporcionando una guía clara para el rumbo del estudio. En esta sección, se profundiza también en la relevancia del estudio, argumentando con claridad la necesidad de abordar y resolver la problemática planteada.

En el segundo capítulo, se centra en el desarrollo de un marco teórico robusto, complementado por un exhaustivo análisis de estudios previos y aportes significativos que han marcado el avance en el área de estudio. Este capítulo no se limita a proporcionar un resumen de los conceptos teóricos más relevantes, sino que va más allá al ubicar la investigación dentro de un marco conceptual adecuado que se adecúa al contexto de la problemática abordada. Además, se destacan las brechas existentes en el conocimiento actual que la presente investigación busca llenar, enfatizando la necesidad de abordar estas carencias para contribuir al campo académico.

El Capítulo III está dedicado a una descripción detallada de las metodologías y procedimientos empleados en la investigación. Aquí se explican los criterios utilizados para la identificación y selección de los participantes o muestras que formaron parte del estudio. Esta sección también profundiza en la descripción del enfoque metodológico adoptado, ofreciendo una justificación fundamentada para la elección de ciertos métodos y herramientas específicas empleadas para la recopilación y análisis de datos.

En el cuarto capítulo, se aborda la presentación y el análisis de los datos recopilados. Esta parte de la investigación se concentra en organizar la información de manera coherente, utilizando tablas, gráficos y otros elementos visuales que facilitan la comprensión de los hallazgos. Posteriormente, se realiza una comparación minuciosa de estos datos con los resultados obtenidos en estudios previos dentro del mismo ámbito de investigación, permitiendo una reflexión crítica sobre las semejanzas y diferencias encontradas.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel global, la creciente necesidad de rehabilitar infraestructuras envejecidas y de mejorar la resiliencia sísmica de los edificios en áreas urbanas ha impulsado la búsqueda de materiales de construcción innovadores y sostenibles. La fibra de carbono emerge como una solución prometedora debido a su alta resistencia y bajo peso, pero su adopción enfrenta desafíos significativos como el alto costo y la falta de normativas internacionales estandarizadas que regulen su uso en diferentes contextos geográficos y climáticos.

En Perú, a pesar de la alta actividad sísmica y el considerable número de edificaciones que no cumplen con las normativas antisísmicas actuales, el uso de tecnologías avanzadas como la aplicación de fibra de carbono en el fortalecimiento estructural sigue siendo limitado. Factores como el costo, la disponibilidad de materiales y la capacitación técnica necesaria para su implementación representan barreras significativas. Además, existe una necesidad urgente de actualizar las regulaciones y fomentar la investigación local para adaptar estas tecnologías a las necesidades específicas del país.



Específicamente en la ciudad de Puno, el desafío se intensifica por las características únicas de su geografía y clima. La ciudad se encuentra en una zona de alta altitud, lo que impone demandas adicionales en los materiales de construcción debido a la variabilidad térmica extrema y a la actividad sísmica. Aunque la fibra de carbono podría ofrecer una solución eficaz para optimizar la resistencia y durabilidad de las estructuras locales, su implementación se ve obstaculizada por la falta de estudios concretos que validen su eficacia en este entorno particular.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Como la aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia influye en edificaciones en la ciudad de Puno?

1.2.2 *Problemas específicos*

- 1) ¿Cuál es la resistencia a compresión actual mediante prueba de rebote en elementos estructurales de edificaciones de gran importancia en la ciudad de Puno?
- 2) ¿Cuál es el diseño óptimo de mezclas para elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones de importancia crítica en la ciudad de Puno?
- 3) ¿Cuál es la variación de las resistencias obtenidas con las resistencias a compresión y flexión de los especímenes reforzados con fibras de carbono en la ciudad de Puno?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones en la ciudad de Puno.



1.3.2 *Objetivos específicos*

- 1) Determinar la resistencia a compresión actual mediante prueba de rebote en elementos estructurales de edificaciones de gran importancia en la ciudad de Puno.
- 2) Determinar el diseño óptimo de mezclas para elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones de importancia en la ciudad de Puno.
- 3) Analizar la variación de las resistencias obtenidas con las resistencias a compresión y flexión de los especímenes reforzados con fibras de carbono en la ciudad de Puno.

1.4 **Justificación de la investigación**

1.4.1 *Justificación técnica*

La aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de estructuras es una tecnología avanzada que ofrece ventajas significativas en términos de resistencia y durabilidad, comparada con los materiales tradicionales. En la ciudad de Puno, donde las condiciones climáticas y geológicas pueden plantear desafíos únicos para las estructuras, el uso de fibra de carbono podría mejorar la capacidad de las edificaciones para resistir eventos sísmicos y cargas ambientales extremas. Esta tesis evaluará la eficacia técnica de la fibra de carbono en contextos específicos de Puno, proporcionando datos cruciales sobre su comportamiento bajo diferentes escenarios de carga y su integración con materiales de construcción existentes.

1.4.2 *Justificación económica*

Aunque la fibra de carbono puede ser más costosa inicialmente en comparación con otros materiales de refuerzo, su durabilidad y eficiencia a largo plazo pueden ofrecer una relación costo-beneficio favorable. La investigación proporcionará un análisis detallado de la implementación inicial frente a reparación de estructuras. Además, el refuerzo con material de fibra de carbono puede extender significativamente la vida útil de las estructuras



existentes, lo que resulta en una reducción de la necesidad de reconstrucciones frecuentes y disminución del gasto público en infraestructura.

1.4.3 Justificación social

El mejoramiento de la infraestructura en Puno con tecnologías avanzadas como la fibra de carbono no solo mejorara la seguridad estructural, sino que también transmitira un compromiso hacia la seguridad y bienestar de los residentes. En regiones propensas a desastres naturales, como sismos, una mayor resiliencia estructural puede reducir significativamente los riesgos para la vida humana. Este estudio podría promover una mayor aceptación y adopción de tecnologías modernas en la construcción civil, elevando los estándares de construcción y seguridad en toda la región.

1.4.4 Justificación ambiental

El uso de fibra de carbono en la construcción es favorable desde el punto de vista ambiental debido a su ligereza y alta resistencia, lo que resulta en una menor cantidad de material requerido para alcanzar un rendimiento estructural equivalente o superior. Esto puede llevar a una reducción en el consumo de recursos naturales y en la generación de residuos de construcción. Además, la durabilidad de la fibra de carbono reduce la necesidad de reemplazos frecuentes y reparaciones, contribuyendo a una construcción más sostenible y un menor impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones en la ciudad de Puno, incrementará de manera considerable la resistencia.



1.5.2 *Hipótesis específicas*

- 1) La resistencia a compresión actual mediante prueba de rebote en elementos estructurales de edificaciones de gran importancia en la ciudad de Puno, tendrán variaciones de acuerdo al elemento estructural evaluado.
- 2) El diseño óptimo de mezclas para elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones de importancia crítica en la ciudad de Puno, cumplirán con la normativa vigente.
- 3) La variación de las resistencias obtenidas con las resistencias a compresión y flexión de los especímenes reforzados con fibras de carbono en la ciudad de Puno, variara considerablemente en favor de los concretos reforzados.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

Fibra de carbono

1.6.2 *Variable dependiente*

Reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia.

INDICADOR

Resistencia a compresión y flexión.



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
FIBRA DE CARBONO	Las fibras de carbono son fibras sintéticas compuestas principalmente de carbono. Se caracterizan por su ligereza, resistencia a la tensión, rigidez y resistencia a la temperatura y la corrosión. Estas fibras se producen mediante la carbonización de precursores como el poliacrilonitrilo (PAN).	Cantidad de material usado	Capas de fibra de carbono	Ficha de toma de datos
VARIABLE DEPENDIENTE				
REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA	El reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia se refiere al proceso de mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad de los componentes estructurales en construcciones, especialmente aquellas que requieren soportar cargas pesadas o condiciones extremas.	Propiedades del concreto	Resistencia a compresión y flexión	Herramientas de laboratorio Fichas de toma de datos



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

(Auquilla et al., 2022) en su investigación titulada "Estudio comparativo sobre el comportamiento de columnas y vigas de hormigón armado con y sin reforzamiento de fibra de carbono, de una estructura existente", la utilización de la fibra de carbono (FRP) como material de refuerzo estructural es poco documentada, a pesar de su reconocida capacidad de resistir grandes tensiones. En Cuenca, el acero de refuerzo sigue siendo el material estándar para tales propósitos. Por esta razón, este estudio buscó hacer una evaluación comparativa del refuerzo de una estructura existente usando tanto fibra de carbono como acero estructural. Se empleó un software especializado para modelar la estructura y someterla a distintos tipos de esfuerzos, con el fin de evidenciar los beneficios del uso de fibra de carbono. También se compararon los costos entre la estructura reforzada convencionalmente y aquella reforzada adicionalmente con fibra. Las conclusiones derivadas de esta investigación son: La estructura en cuestión no cumple con los requisitos mínimos de dimensiones según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, haciéndola vulnerable a fallas o derrumbes, tanto en su uso residencial como en situaciones de sismos.



La fibra de carbono, a pesar de su alta resistencia y idoneidad para refuerzos estructurales, no cumple adecuadamente con las exigencias de este edificio específico debido a las intensas demandas sobre las secciones y la configuración estructural. Únicamente las vigas en el nivel superior son susceptibles de ser reforzadas con FRP, ya que no soportan las cargas de pisos adicionales. La fusión de los sistemas de refuerzo de fibra de carbono y acero es efectiva y se complementan sin conflictos, con la fibra de carbono fortaleciendo la construcción de hormigón y la nueva edificación de acero operando en conjunto, aunque vinculada a la existente. Las evaluaciones realizadas directamente en la estructura y los análisis del modelo estructural muestran una elevada vulnerabilidad y riesgo ante cargas sísmicas; sin embargo, los problemas identificados podrían resolverse con la propuesta de refuerzo presentada. El costo total, que incluye la aplicación de mantos de fibra de carbono, la reparación de grietas con epóxido líquido y otros procedimientos necesarios, solo supone un incremento moderado de 1207.01 dólares en comparación con el refuerzo únicamente con acero. Los ensayos no destructivos efectuados de manera adecuada ofrecen resultados confiables y precisos, proporcionando una base sólida para futuras mejoras. Después de llevar a cabo el análisis técnico y económico, se determina que la opción más conveniente para esta estructura sería el uso de acero de refuerzo.

(Rojas, 2023) en su artículo titulado "Reforzamiento de una estructura por cambio de uso, utilizando como material la fibra de carbono (FRP)", tiene como finalidad evaluar el refuerzo de una edificación inicialmente diseñada para departamentos, que será convertida en una clínica dental. Este cambio de función incrementa las cargas adicionales en la estructura, lo que exige un análisis meticuloso utilizando el software Etabs v.9.0 para modelar la estructura y calcular los esfuerzos en cada componente. Este proceso ayudará a determinar cuáles necesitan reforzarse con fibra de carbono. Además, el proyecto incluye una exploración de los pros y contras de los sistemas FRP, empleando materiales como los tejidos SikaWrap 300C y el adhesivo Sikadur 330, conforme a las directrices de la Norma ACI. Las conclusiones del análisis indican que las losas y vigas que necesitaban



refuerzo se han fortalecido correctamente para soportar flexión y corte, siguiendo las recomendaciones de las normas y los fabricantes de los materiales. En áreas específicas designadas como consultorios y equipadas con maquinaria especial, la sobrecarga se ajustó a 5 kN/m², llevando a la evaluación de nuevas demandas estructurales, manteniendo las solicitudes originales en el tercer piso sin cambios. El examen inicial de la estructura mostró que ciertos elementos no cumplían con el diseño original debido al aumento de sobrecargas y, por tanto, necesitaban refuerzos para adaptarse a las nuevas exigencias. Se identificaron específicamente elementos que requerían refuerzos para manejar la flexión tanto en losas como en vigas. Se verificó que las columnas tenían suficiente resistencia a la compresión para manejar las nuevas cargas y, por lo tanto, no necesitaban refuerzos adicionales. Los refuerzos se aplicaron siguiendo las pautas de la Norma ACI440.2R-08 para flexión y corte, reforzando un total de 45 vigas en varios pisos debido a que muchas no alcanzaban el mínimo de acero requerido. Además, se reforzaron a corte los apoyos de ciertas vigas, totalizando ocho vigas mejoradas en este aspecto. Las vigas B8 y B32 en los primeros y segundos pisos también necesitaban refuerzos en los puntos de apoyo que sostienen otras vigas. El control de los límites para refuerzos en flexión y corte reveló que catorce vigas no cumplían con los estándares de flexión y necesitaban protección para evitar daños en los refuerzos. Uno de los retos más significativos fue la necesidad de reforzar vigas planas a corte, lo que implicaba hacer perforaciones en las losas adyacentes para poder envolverlas adecuadamente. Específicamente, la viga B12 en los tres niveles necesitaba ser envuelta completamente. Se concluyó que si el refuerzo con FRP no se podía aplicar bajo estas condiciones, el proyecto sería considerado no viable. En conclusión, el costo del refuerzo con FRP fue estimado en 80,520.05 bolivianos, lo que equivale a aproximadamente 11,690.88 dólares estadounidenses. Este meticuloso análisis y las intervenciones de refuerzo aseguran que la estructura pueda soportar de manera segura y eficaz las nuevas sobrecargas impuestas por su nueva función.



2.1.2 *Antecedentes nacionales*

(Quispe, 2021) en su estudio titulado "Evaluación Comparativa de Métodos de Reforzamiento Estructural con Encamisado en Concreto Armado y Fibra de Carbono en una Edificación Multifamiliar, Santa Anita 2021", tuvo como principal objetivo determinar la efectividad entre el encamisado con estructura de concreto armado y refuerzo con fibra de carbono en una estructura multifamiliar. Este análisis se desarrolló bajo un marco cuantitativo, descriptivo y mediante un diseño no experimental. Se eligió específicamente una muestra no probabilística, la cual consistió en una propiedad unifamiliar. La eficacia de los instrumentos empleados en la investigación fue validada por dos ingenieros civiles de reconocida trayectoria en el ámbito del diseño estructural. Los resultados revelaron que los niveles de desplazamiento observados en ambos métodos de reforzamiento durante pruebas de excitación sísmica se mantuvieron por debajo de los límites establecidos por el reglamento de construcción, cumpliendo así con las normativas de resistencia a sismos. No obstante, se recomendó preferir el encamisado en concreto armado frente al uso de fibra de carbono, debido a que el concreto armado proporciona una rigidez superior. Este aspecto es esencial, ya que la flexibilidad de la fibra de carbono no ofrece la rigidez requerida para algunos componentes estructurales en escenarios de sismicidad.

(Hinojosa & Huisa, 2021) en su estudio titulado "Reforzamiento Estructural de Columnas con Fibra de Carbono en Edificaciones Antiguas, Restaurante Central - Barranco", se dedicó al análisis técnico y financiero del Restaurante Central-Barranco, establecido en Lima, Perú, entre los años 1950 y 1980, con la finalidad de fortalecer su resistencia ante sismos. Se evaluó el empleo de CFRP (polímero reforzado con fibra de carbono) en las columnas para aumentar su robustez sin modificar su diseño estructural original. Para llevar a cabo esta mejora, se aplicaron los lineamientos y ecuaciones de la normativa ACI 440-2R17. Se creó una herramienta de cálculo específica para determinar las capas necesarias de CFRP, asegurando que las columnas cumplieran con los



incrementados estándares de resistencia. También se desarrolló una curva de interacción que evidencia cómo la aplicación de CFRP externamente potencia la capacidad compresiva de las estructuras. Los hallazgos confirmaron un incremento significativo en la capacidad de compresión de las columnas, cumpliendo con los requerimientos de resistencia recientemente impuestos. Desde el punto de vista temporal, la duración de los trabajos se redujo en un 57% en comparación con los enfoques clásicos para el refuerzo de columnas, lo que se traduce en una ventaja considerable para proyectos con plazos ajustados. Sin embargo, el costo total aumentó en un 72%, lo que representa un impacto notable en el presupuesto global. Es crucial, por lo tanto, realizar una evaluación exhaustiva del proyecto para decidir si el ahorro de tiempo compensa el aumento de los costos. Esta evaluación dependerá de las prioridades del proyecto en términos de eficiencia temporal frente a la inversión económica.

(Castro, 2019) en su estudio titulado "Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial Fullmarket en el 2019", se enfoca en evaluar cómo el refuerzo de columnas utilizando (CFRP) potencia su capacidad de resistir mayores cargas de compresión. Esta investigación es esencial para la implementación de un plan de expansión que incluye agregar dos pisos adicionales a una galería comercial operativa. El complejo ocupa una parcela de 625 m² (25x25), integrando un sótano con 14 espacios de estacionamiento y dos pisos que alojan 82 locales de entre 6 y 8 m². Un estudio preliminar de dimensionamiento estructural reveló la necesidad de fortalecer la estructura existente para soportar la adición de nuevos pisos. El enfoque principal del estudio radica en fortalecer las columnas usando CFRP, adherido externamente mediante un agente epóxico, lo cual ha probado aumentar significativamente su resistencia a la compresión. Investigaciones anteriores han mostrado que la fibra de carbono tiene una capacidad de resistencia a la tracción de 7 a 10 veces superior al acero convencional de grado 60.



Pruebas de laboratorio en muestras cilíndricas de concreto reforzado con CFRP han validado este incremento de resistencia. La adopción de esta técnica, según la normativa ACI, no sólo mejora la resistencia estructural de las columnas, sino que también optimiza el uso de recursos, minimiza el espacio requerido para almacenaje y reduce la generación de desechos y escombros. La conclusión de la investigación subraya el éxito del uso de fibra de carbono en el incremento de la resistencia de las columnas del centro comercial Fullmarket, facilitando la expansión sin interrumpir las operaciones cotidianas. Más aún, este enfoque de reforzamiento estructural no solo responde efectivamente a las exigencias de mayor resistencia, sino que también conlleva una significativa reducción de costos; el ahorro económico logrado con el uso de CFRP en este proyecto asciende a S/.30,707.33, lo cual representa un 58.4% menos en comparación con las técnicas de reforzamiento tradicionales utilizando acero.

2.1.3 Antecedentes regionales

(Mamani, 2020) en su investigación denominada "Influencia de la fibra de carbono laminado en la resistencia a flexión del concreto $F'_{C}=210$ kg/cm² en la ciudad de Juliaca", nace de la necesidad de mejorar la calidad del concreto de forma rentable, centrandose su atención en la optimización de la resistencia a la flexión a través de la incorporación de fibras de carbono laminadas en proporciones del 5.0%, 10.0% y 15.0%, como sustitución parcial por peso del cemento Portland. El propósito central de este estudio es investigar cómo la integración de fibras de carbono laminado influye tanto en la resistencia a la flexión del concreto como en los costos asociados a su producción. Conforme a la norma técnica, que proporciona una fórmula con el fin de establecer el valor de MR basándose respecto a la carga máxima de rotura, esta investigación amplía dicha metodología desarrollando una nueva ecuación que relaciona la resistencia a flexión con la compresión. Esto permite un cálculo más efectivo de la resistencia teórica a la flexión. En el estudio se realizaron pruebas comparativas entre un concreto estándar y variaciones del mismo enriquecido con



fibras de carbono laminado en los porcentajes especificados. El concreto estándar fue formulado para lograr una resistencia a los 28 días. Se evaluaron características como la trabajabilidad y la resistencia a la flexión del concreto, con pruebas efectuadas a los 7 y 28 días. Los resultados indicaron que las mezclas con 5% y 10% de fibra de carbono laminado presentaron una resistencia superior a la del concreto sin fibras, tanto a los 7 como a los 28 días. Adicionalmente, los costos de producción al añadir fibra de carbono laminado se redujeron en un 4.09% y un 6.14%, respectivamente, en comparación con el concreto de control. Este análisis confirma que la adición de fibras de carbono no solo incrementa significativamente las cualidades del concreto, sino que también representa una alternativa económica viable para la fabricación de concreto de alta resistencia.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Elementos estructurales

Los elementos estructurales son componentes cruciales en el campo de la ingeniería civil y la arquitectura, donde juegan un papel fundamental en la integridad y seguridad de las construcciones. Su función principal es soportar y distribuir las cargas a lo largo de una estructura, asegurando así su estabilidad y resistencia frente a diversas fuerzas, como las cargas vivas (personas, muebles, vehículos), cargas muertas (el propio peso de la estructura), y cargas ambientales (viento, sismo, nieve) (Jara, 2022).

Estos elementos están meticulosamente diseñados para cumplir con especificaciones técnicas que garantizan la seguridad y el cumplimiento de los códigos de construcción. A través de un análisis estructural detallado, los ingenieros determinan las dimensiones, materiales y formas de estos componentes para optimizar la eficiencia y minimizar los riesgos (Casablanca & Vilchez, 2021). Estos elementos se clasifican generalmente en:

Pilares o columnas: Verticales, transmiten la carga de la estructura al cimiento.



Vigas: Horizontales, distribuyen las cargas desde los pisos o techos hacia las columnas o muros.

Losas o placas: Superficies planas que componen los pisos y techos, soportando cargas directamente sobre ellas.

Muros de carga: Estructuras verticales que además de delimitar espacios, soportan parte del peso de la estructura.

Cimientos: Elementos subterráneos que distribuyen el peso de la estructura al suelo, evitando desplazamientos o hundimientos.

2.2.1.1 Pilares o columnas

Los pilares o columnas son elementos estructurales verticales esenciales que se utilizan en la construcción para soportar y transmitir cargas desde el resto de la estructura hacia los cimientos. Estas cargas generalmente incluyen el peso propio de la estructura, así como las cargas adicionales como las de ocupación, equipamiento, y fuerzas ambientales como el viento y los sismos (Hilario, 2022).

Las columnas pueden ser fabricadas a partir de una variedad de materiales, incluyendo hormigón armado, acero, madera y piedra, cada uno con sus propiedades específicas de resistencia, durabilidad y estética. La elección del material y el diseño de la columna dependerán de los requisitos estructurales, las condiciones ambientales y los objetivos estéticos del edificio (Hinostroza & Huisa, 2021).

En términos de diseño, las columnas deben ser capaces de resistir cargas axiales, pero también pueden estar diseñadas para manejar cargas de flexión y cortante, especialmente en regiones propensas a terremotos. Además, las columnas no solo tienen una función estructural, sino que también pueden ser elementos arquitectónicos destacados que contribuyen al estilo y la apariencia de los edificios.

Características de los Pilares o Columnas:



- **Material:** Hay muchos materiales diferentes que pueden utilizarse en su fabricación, como hormigón armado, acero, madera o incluso materiales compuestos. La elección del material depende de varios factores, como la carga que debe soportar, la durabilidad necesaria, las condiciones ambientales y el coste.
- **Forma:** Aunque típicamente se piensa en columnas de forma cuadrada o circular, pueden tener diversas formas geométricas, incluyendo rectangulares, poligonales o incluso formas más complejas diseñadas para propósitos estéticos o para optimizar la resistencia estructural.
- **Carga Axial:** Las columnas están diseñadas principalmente para soportar cargas axiales, es decir, cargas que actúan a lo largo de su eje vertical. Sin embargo, en muchos casos también deben resistir cargas laterales debido al viento o a movimientos sísmicos.
- **Esbeltez:** La relación entre la altura de la columna y su menor dimensión lateral se conoce como esbeltez. Una columna más esbelta es más susceptible a pandear bajo cargas axiales, lo que es un aspecto crítico en el diseño estructural.
- **Conexiones:** Las columnas deben conectarse eficientemente junto con componentes estructurales como vigas y losas para formar un marco resistente. Estas conexiones pueden ser fijas, permitiendo momentos de flexión, o articuladas, permitiendo principalmente la transmisión de fuerzas axiales y cortantes.
- **Diseño Sísmico:** En zonas propensas a terremotos, las columnas deben diseñarse para soportar no solo el peso vertical, sino también fuerzas horizontales significativas. Esto a menudo requiere el uso de refuerzos especiales y detalles constructivos que permitan a la estructura deformarse sin colapsar (Gaspar & Guerrero, 2020).

2.2.1.2 Vigas

Las vigas son elementos estructurales fundamentales en la construcción que funcionan como soportes horizontales. Están diseñadas principalmente para resistir cargas



de flexión y transmitir estas cargas hacia sus apoyos, que pueden ser columnas, muros o pilares. Las vigas pueden ser de diversos materiales como hormigón armado, acero, madera o materiales compuestos, y su elección depende de las demandas estructurales, económicas y estéticas del proyecto (Castro & Martínez, 2023). La geometría de una viga, incluyendo su longitud, la sección transversal y el material, determina su capacidad para soportar cargas y su deflexión bajo estas. Además de su función estructural, las vigas pueden tener un papel visual en el diseño arquitectónico, donde pueden ser expuestas y formar parte de la estética del interior o exterior de un edificio.

Características de las Vigas:

- **Función Primordial:** Las vigas son elementos horizontales que se aplican para mantener cargas, distribuyéndolas a lo largo de su longitud hacia apoyos, que suelen ser columnas, muros de carga o pilares. Su función es crucial para el soporte de pisos, techos y otros elementos estructurales como viguetas y paneles.
- **Material:** De forma análoga a los pilares, las vigas pueden construirse con una amplia gama de materiales, como hormigón armado, acero estructural, madera y materiales compuestos. La selección del material viene determinada por el nivel de resistencia necesario, la exposición a las condiciones ambientales, la estética deseada y el presupuesto disponible.
- **Cargas:** Las vigas están diseñadas para soportar principalmente cargas flexionantes. Esto significa que deben resistir los momentos de flexión causados por las cargas verticales, así como las fuerzas cortantes que se generan en los puntos de apoyo.

Tipos de Vigas:

- **Vigas Simplemente Apoyadas:** Tienen apoyos en ambos extremos que permiten rotación, pero resisten el desplazamiento vertical.

- Vigas Continuas: Extienden sobre más de dos apoyos, ofreciendo una mejor distribución de las cargas y menor deflexión en comparación con las vigas simplemente apoyadas.
- Vigas en Voladizo: Están fijas en un extremo mientras que el otro extremo está libre, siendo comunes en balcones o aleros.
- Vigas Empotradas: Fijadas firmemente en sus extremos, pueden soportar momentos significativos, reduciendo la deflexión bajo carga (Olivera Palomino, 2022).

- Inercia y sección transversal: La resistencia y rigidez de una viga dependen de su momento de inercia, que a su vez está relacionado con la geometría de la sección transversal de la viga. Formas comunes incluyen secciones I, T, y rectangulares.
- Luz y Deflexión: La "luz" es la distancia entre los apoyos de la viga. Una luz mayor generalmente conduce a una mayor deflexión, que es el desplazamiento vertical de la viga bajo carga. El diseño debe limitar esta deflexión para evitar daños en los elementos soportados y mantener la funcionalidad estructural.
- Consideraciones Sísmicas y de Viento: En áreas propensas a terremotos o vientos fuertes, las vigas deben diseñarse para resistir cargas laterales además de las verticales. Esto puede requerir el uso de conexiones más robustas y la incorporación de sistemas de refuerzo.

2.2.1.3 Losas o placas

Las losas o placas son elementos estructurales críticos en la construcción que sirven como superficies planas horizontales en edificaciones. Estas estructuras se utilizan principalmente para formar los pisos y techos de los edificios, distribuyendo y soportando directamente las cargas impuestas por el uso del espacio, como el mobiliario, el tráfico peatonal, y las cargas estáticas del propio edificio (Depaz et al., 2021).



Las losas son estructuras horizontales de concreto armado, acero, madera u otro material resistente, utilizadas principalmente para la creación de pisos y techos en edificaciones. Pueden ser de varios tipos, dependiendo de sus características constructivas.

El término "placa" a menudo se usa de manera intercambiable con "losa" en el contexto de estructuras de concreto, pero también puede referirse a elementos de acero estructural en forma de láminas gruesas que se utilizan para formar partes de la construcción como paredes, pisos y techos en construcciones metálicas. Las placas de acero se emplean especialmente en la construcción industrial y en edificios de gran altura debido a su alta resistencia y capacidad para soportar tensiones extremas (Hernandez, 2023).

Características de las Losas:

- **Material:** Las losas pueden ser construidas de diversos materiales, siendo los más comunes el hormigón armado, el acero, y en ciertos casos, materiales compuestos o madera. El hormigón armado es especialmente popular debido a su capacidad para soportar grandes cargas y ofrecer resistencia al fuego y aislamiento acústico.
- **Tipos de Losas:**
 - ✓ **Losas Macizas:** Son losas de hormigón armado que se vierten en una sola pieza y son adecuadas para cargas pesadas y alturas de edificación moderadas.
 - ✓ Las losas macizas son estructuras de hormigón armado que se vierten en una sola pieza sobre el área de cimentación o sobre encofrados, sin uniones ni elementos adicionales dentro del hormigón. Estas losas son altamente resistentes y son adecuadas para soportar cargas pesadas, como las impuestas por muros de carga y maquinaria pesada en edificaciones industriales. También son una opción común para edificaciones de altura moderada, donde las demandas estructurales son



significativas pero no extremas. El diseño sin complicaciones y la solidez del hormigón armado hacen de las losas macizas una solución fiable y duradera, aunque su peso puede ser un factor limitante en algunos contextos de diseño (Rojas, 2023).

- ✓ Losas Aligeradas: Incorporan voids (huecos) dentro de la losa para reducir el peso sin comprometer significativamente la capacidad estructural. Los materiales utilizados para crear estos vacíos pueden ser bloques de poliestireno, casetones de madera, o moldes plásticos, entre otros.
- ✓ Las losas aligeradas son una variante de las losas de hormigón diseñadas para reducir el peso total de la estructura sin sacrificar significativamente su capacidad portante. Este tipo de losas incorpora vacíos internos, utilizando materiales ligeros como bloques de poliestireno, casetones de madera, o moldes plásticos, que son retirados o permanecen en la losa después del fraguado del hormigón. Los huecos disminuyen el volumen de hormigón utilizado, reduciendo así el peso y permitiendo luces mayores entre apoyos. Estas losas son especialmente útiles en edificios de gran altura o en áreas donde la reducción del peso es crítica para la estabilidad estructural o la economía del proyecto (Rojas, 2023).
- ✓ Losas de Chapa Colaborante: Utilizan una lámina de acero perfilado sobre la cual se vierte hormigón, trabajando ambos materiales en conjunto para soportar las cargas.
- ✓ Las losas de chapa colaborante combinan la resistencia del acero y el hormigón en una sola unidad estructural. Utilizan una lámina de acero perfilado, colocada como parte del encofrado, sobre la cual se vierte hormigón. La chapa de acero no solo actúa como encofrado, sino que también colabora estructuralmente con el hormigón una vez que este ha endurecido, aumentando la resistencia a la flexión de la losa. Este tipo de losa es particularmente útil en construcciones que requieren grandes luces y cargas pesadas, ofreciendo una solución eficiente y económica al reducir la

cantidad de hormigón y acero necesario en comparación con los métodos tradicionales (Rojas, 2023).

- ✓ Losas Postensadas: Tienen cables de acero tensionados después de que el hormigón ha curado, lo cual permite a la losa soportar mayores spans y cargas con un espesor menor.
- ✓ Las losas postensadas son una forma avanzada de losa de hormigón donde se incorporan cables de acero que se tensan después de que el hormigón ha curado. Esta técnica permite que la losa soporte cargas mucho mayores y spans más largos que las losas convencionales con un espesor menor. Los cables tensados aplican una fuerza compresiva al hormigón, lo que mejora significativamente su comportamiento bajo cargas de flexión y reduce la posibilidad de fisuración. Las losas postensadas son ideales para aplicaciones que requieren grandes luces libres, como estacionamientos, pisos de edificios comerciales y puentes, ofreciendo flexibilidad de diseño y eficiencia material (Rojas, 2023).
- Funciones:
 - ✓ Soporte de Cargas: Las losas distribuyen las cargas recibidas a vigas, columnas o muros, siendo esenciales para la transferencia de fuerzas a través de la estructura.
 - ✓ Separación de Espacios: Forman barreras físicas entre los diferentes niveles de un edificio, ayudando en la definición de espacios y en la contención de ambientes.
 - ✓ Aislamiento Acústico y Térmico: Dependiendo del material y el diseño, las losas contribuyen al aislamiento térmico y acústico entre los pisos de un edificio.
- Diseño y Análisis:
 - ✓ Análisis de Cargas: El diseño de las losas debe considerar tanto las cargas muertas (peso propio) como las cargas vivas (uso y ocupación del espacio).
 - ✓ Deflexión y Vibración: La deflexión (flexión bajo carga) debe ser controlada para evitar daños en acabados y para garantizar la comodidad de los usuarios. Las losas



también deben diseñarse para minimizar vibraciones que podrían ser molestas o incluso dañinas.

2.2.1.4 Cimientos

Los cimientos son una parte esencial de cualquier estructura, diseñados para sostener y transferir las cargas de la construcción al suelo de manera segura y eficaz. Actúan como la base que soporta las paredes, columnas y otros elementos estructurales, distribuyendo el peso para prevenir el hundimiento o desplazamientos indebidos. Los cimientos se diseñan en función del tipo de suelo, la carga de la estructura y las condiciones ambientales del lugar. Existen varios tipos, como los cimientos corridos, que son continuos bajo muros de carga; los cimientos aislados, utilizados para columnas individuales; y los cimientos profundos, como pilotes y caissons, que se emplean cuando los estratos superiores del suelo no son adecuados para soportar grandes cargas.

Los cimientos son estructuras subterráneas diseñadas para soportar y transmitir el peso total de un edificio al suelo, garantizando la estabilidad estructural y evitando posibles desplazamientos, asentamientos o hundimientos del terreno. Están diseñados para trabajar en conjunto con el tipo de suelo, la carga del edificio y las condiciones ambientales de la zona.

Tipos de Cimientos

- Cimientos Superficiales o de Zapata:
 - ✓ Zapatas Aisladas: Usadas comúnmente para columnas individuales. Son económicas y efectivas para suelos con buena capacidad de carga.
 - ✓ Las zapatas aisladas son un tipo de cimiento superficial que soporta cargas puntuales de la estructura, comúnmente utilizadas para columnas individuales. Estas zapatas son particularmente efectivas y económicas cuando se emplean en



suelos con buena capacidad de carga, ya que no requieren excavaciones profundas ni grandes cantidades de concreto. Se diseñan para distribuir la carga de la columna al suelo de manera que no exceda la capacidad de carga del suelo y evitar así asentamientos inadmisibles. Las zapatas aisladas suelen ser cuadradas, rectangulares o circulares, dependiendo de la forma de la columna que soportan (Angulo & Quichca, 2023).

- ✓ Zapatas Continuas: Extienden a lo largo de varias estructuras de soporte, como muros de carga, distribuyendo uniformemente el peso a lo largo de una línea.
- ✓ Las zapatas continuas son cimientos que se extienden a lo largo de varias estructuras de soporte, como muros de carga o una serie de columnas alineadas. Este tipo de cimiento es ideal para distribuir uniformemente el peso a lo largo de una línea, asegurando una mejor estabilidad y distribución de cargas en comparación con las zapatas aisladas. Son especialmente útiles en estructuras que requieren un soporte continuo debido a las cargas estructurales distribuidas, como los muros de carga en edificios residenciales o comerciales. La construcción de zapatas continuas implica una zanja en la que se coloca armadura y concreto, formando un cimiento sólido y cohesivo a lo largo de su extensión (Angulo & Quichca, 2023).
- ✓ Losas de Cimentación: Adecuadas para edificios con cargas muy pesadas o suelos de baja capacidad portante. Ofrecen una base sólida que distribuye el peso de manera uniforme.
- ✓ Las losas de cimentación, también conocidas como losas de raíz, son utilizadas cuando las cargas del edificio son excepcionalmente pesadas o cuando el suelo tiene una capacidad portante baja, no siendo adecuado para cimientos más superficiales o concentrados. Estas losas funcionan distribuyendo el peso de la estructura sobre una área amplia, minimizando el riesgo de asentamientos diferenciales y proporcionando una base uniforme y estable. La losa de cimentación es especialmente beneficiosa en suelos heterogéneos o problemáticos, como los

que tienen una capa superficial suelta o compresible. La construcción de una losa de cimentación generalmente requiere el reforzamiento con una cantidad significativa de acero y concreto, asegurando que pueda soportar tanto las cargas estructurales como las presiones del suelo de manera efectiva (Angulo & Quichca, 2023).

- **Cimientos Profundos:**

- ✓ **Pilotes:** Se utilizan cuando los estratos superficiales del suelo no son adecuados para soportar las cargas. Los pilotes pueden ser hincados o perforados hasta alcanzar un sustrato más firme.
- ✓ **Caissons o Pozos de Cimentación:** Estructuras similares a pilotes, pero de mayor diámetro y construidas in situ, utilizados especialmente en obras cerca de cuerpos de agua o en suelos altamente inestables.

Diseño y Construcción de Cimientos

Estudios Geotécnicos: Antes de diseñar los cimientos, se realizan estudios del suelo para determinar su tipo, capacidad de carga, nivel freático y otras propiedades relevantes que afectan la elección y diseño del cimiento.

Carga de la Estructura: Los cimientos deben ser diseñados considerando todas las cargas posibles, incluyendo el peso propio del edificio (carga muerta), las cargas vivas (como personas y muebles), y cargas ambientales (como viento y sismo).

Factores Ambientales: En zonas con actividad sísmica, los cimientos deben diseñarse para resistir las fuerzas sísmicas. En áreas propensas a inundaciones, se deben considerar medidas para evitar la subida del agua.

Durabilidad y Mantenimiento: Los materiales utilizados para los cimientos deben ser resistentes a la corrosión, la infiltración de agua y otros factores que puedan comprometer



la integridad estructural a largo plazo. El diseño también debe facilitar el acceso para inspecciones y mantenimiento.

2.2.2 Refuerzo de elementos estructurales

Para iniciar el proceso de refuerzo de una estructura, es necesario primero determinar y examinar el tipo de refuerzo más adecuado para la patología que se ha identificado, con el objetivo de absorber completamente el esfuerzo cortante. Cuando tanto el elemento reforzado como el refuerzo están sometidos a carga, es de suma importancia tener una sólida comprensión de cómo se comunican las tensiones entre ambos. Las restricciones o condiciones de uso, como las limitaciones de espacio, el uso de determinadas zonas, el tiempo necesario para realizar la reparación y, en menor medida, el aspecto estético y el coste de la reparación, son también elementos adicionales que deben tenerse en cuenta (Gaspar & Guerrero, 2020).

Las opciones de materiales y técnicas de refuerzo son diversas:

- Refuerzo con acero
- Uso de perfiles
- Aplicación de bandas de acero adheridas con masilla epoxi
- Refuerzo con hormigón armado
- Hormigón proyectado
- Postensado
- Modificación del esquema estructural, entre otros

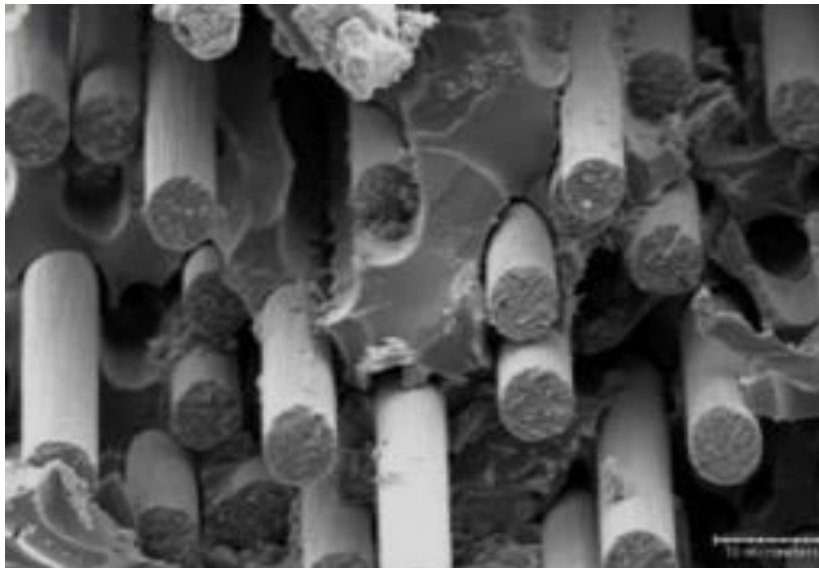
Las técnicas tradicionales coexisten con métodos más innovadores que requieren una mayor calidad en las condiciones de ejecución y diseño. Sin embargo, algunos aspectos, como el comportamiento integral del conjunto y las dimensiones de los elementos utilizados, aún no se comprenden completamente.

2.2.3 *Fibra de carbono*

La fibra de carbono, derivada del poliácronitrilo, es un polímero que destaca por su alta resistencia mecánica, flexibilidad y durabilidad. Los primeros estudios sobre la fibra de carbono fueron realizados en 1956 por la empresa Unión Carbide en Cleveland. Posteriormente, William Watt logró producir una fibra con un módulo de elasticidad superior al de las versiones previas, lo que permitió su comercialización exitosa y rápida aceptación en el mercado (Avci et al., 2019).

Figura 1

Fibras de carbono



Nota: Tomada de (Avci et al., 2019).

La fibra de carbono, conocida técnicamente como CFRP (Polímero Reforzado con Fibra de Carbono), se compone de filamentos extremadamente finos, con un diámetro que varía entre 50 y 10 micras (μm). Estos filamentos están formados por átomos de carbono interconectados a través de estructuras cristalinas alineadas en orientación paralela al eje longitudinal de la fibra, lo que les confiere una notable resistencia relativa a su tamaño (Botonero & Rojas, 2020)



Entre las características destacadas de las fibras de carbono se incluyen su notable flexibilidad, excepcional resistencia y ligereza, siendo mucho menos densas que el acero. Además, son resistentes a temperaturas elevadas y muestran una mínima expansión térmica. Estas fibras también son apreciadas por su bajo coste de instalación y la rapidez con la que pueden ser puestas en funcionamiento (Alegre, 2017).

La fibra de carbono constituye un material compuesto que incluye fibras, una matriz y adhesivos, y se clasifica dentro de los polímeros reforzados. Las fibras desempeñan un papel crucial al proporcionar las características estructurales al compuesto, ya que su rigidez y resistencia superan significativamente a las de la matriz. Estas fibras de refuerzo, específicamente las de carbono, son continuas, pequeñas y orientadas de manera precisa (Huaitalla, 2023).

Los nuevos materiales, como los polímeros, se están implantando con enorme rapidez y éxito en el sector de la construcción. Un ámbito de la construcción en el que se está produciendo esta innovación es el refuerzo de edificios de hormigón. Con el fin de minimizar la interrupción del uso de la estructura y reducir las molestias experimentadas por los usuarios, la aplicación del refuerzo FRP se lleva a cabo de manera eficiente, con un número reducido de operarios y utilizando equipos ligeros. El uso de este enfoque de refuerzo supone un ahorro de costes de mano de obra de entre el cuarenta y el cincuenta por ciento en comparación con el uso de métodos estándar. Estas reducciones superan el coste de los materiales y han eliminado la necesidad de mantenimiento (Vaca, 2015)

La fibra es un polímero que se genera calentando otro polímero conocido como poliacrilonitrilo a altas temperaturas (hasta 1.500 grados Celsius). La fibra de carbono tiene una resistencia a la tracción diez veces superior a la del acero (35.500 kg/cm²) y es mucho más ligera. El grafito, a menudo conocido como fibra de carbono, se produce mediante esta técnica, que da lugar a la producción de cintas de carbono casi puro.

Aunque su uso en nuestra región es reciente, la fibra de carbono no es una novedad a nivel mundial: se ha utilizado durante más de 30 años en la industria aeroespacial y en la fabricación de productos que requieren bajo peso, alta resistencia a la tensión y propiedades anticorrosivas, ofreciendo numerosas ventajas en el ámbito de la construcción (Arias & Quispe, 2023).

2.2.3.1 Características de la Fibra de Carbono

La fibra de carbono destaca por sus notables propiedades, que incluyen:

- Baja densidad: Comúnmente se encuentra en un rango de 1.8 a 2.2 g/cm³.
- Coeficiente de dilatación reducido: Esto le confiere una excelente consistencia dimensional a las estructuras y permite una alta eficiencia en la conducción térmica.
- Excelente aislamiento: Capacidad destacada para aislar.
- Durabilidad térmica: Mantiene su forma frente a cambios de temperatura.
- Resistencia química y ambiental: Soporta entornos alcalinos y condiciones corrosivas.
- Flexibilidad estructural: Su delgadez permite que se cruce y solape con facilidad, lo que facilita la instalación y los cambios de diseño.
- Alta resistencia mecánica: Posee un módulo de elasticidad elevado.
- Rigidez superior: Comparativamente más rígida que el acero.
- Resistencia a la fatiga: Alta capacidad para resistir el deterioro por fatiga repetitiva (Briones & Maximiliano, 2019).

Es posible que el grado de perfección en la orientación de las fibras de carbono tenga un impacto sustancial en el módulo de elasticidad de las fibras de carbono. Este grado de perfección puede variar mucho en función del entorno y del proceso de fabricación. La creación de huecos complicados y alargados que son paralelos al eje de la fibra es el resultado de imperfecciones en la orientación. Debido a la presencia de estos huecos, las características mecánicas de las fibras disminuyen, ya que sirven como lugares



de concentración de tensiones y de debilidad. Además, las picaduras y los macrocristalitos son dos factores adicionales que contribuyen a que el proceso de fabricación pueda causar vulnerabilidad (Castro & Martínez, 2023).

2.2.4 Reforzamiento con fibra de carbono

Desde sus inicios, la fibra de carbono ha experimentado una evolución significativa en su proceso industrial y en las técnicas de modificación utilizadas. En la actualidad, más de la mitad de la producción industrial de fibra de carbono se basa en el uso de poliacrilonitrilo (PAN), mientras que solo una fracción menor se fabrica a partir de derivados del petróleo. Estos materiales pertenecen a la categoría de polímeros orgánicos, caracterizados por cadenas moleculares unidas mediante átomos de carbono (Alegre, 2017). Con el creciente interés en la fibra de carbono en diversas industrias, se ha intensificado la investigación y el desarrollo de nuevas composiciones. Se anticipa que, en el futuro, este material será aún más popular y accesible.

La producción de fibra de carbono implica el uso de varios gases y líquidos y atraviesa diversos procesos químicos y mecánicos. Inicialmente, los filamentos se calientan a altas temperaturas en un entorno donde se controla la presencia de oxígeno para evitar la combustión. Este calor provoca la eliminación de átomos no carbonados, resultando en fibras compuestas principalmente de cadenas de átomos de carbono. Varias materias primas pueden ser empleadas en este proceso, incluyendo el rayón derivado de la celulosa, compuestos de alquitrán (menos eficaces pero económicos) y el poliacrilonitrilo (PAN), que es el más común y sirve de base para los métodos de fabricación predominantes (Alegre, 2017).

El proceso de producción se detalla a continuación:



- **Hilado:** Inicia con la mezcla de polvo de acrilonitrilo con acrilato de metilo, que actúa como catalizador en la polimerización para crear poliacrilonitrilo. Las fibras resultantes son luego lavadas y estiradas para obtener el diámetro adecuado, lo que ayuda a alinear molecularmente las fibras y facilita la formación de cristales de carbono vinculados.
- **Oxidación:** Posteriormente, las fibras necesitan una vinculación más robusta, por lo que se calientan en aire a aproximadamente 250 grados Celsius durante 30 a 120 minutos, permitiendo la captura de moléculas de oxígeno y la estabilización de su estructura atómica. Durante la oxidación, las fibras adquieren un color más oscuro.
- **Carbonización:** Las fibras estabilizadas se someten a un aumento de temperatura, entre 1000 y 3000° Celsius, en un horno anóxico. La ausencia de oxígeno impide que las fibras ardan, y al calentarse, liberan átomos, dejando solo los de carbono que se alinean y forman cristales de carbono a lo largo del eje de la fibra.
- **Tratamiento de superficie:** Después de la carbonización, las fibras requieren un tratamiento superficial para mejorar su adhesión con resinas epoxi y materiales similares. La superficie se oxida para asegurar un acabado sin defectos que podría provocar fallos.
- **Modelamiento:** Por último, se recubren las fibras para protegerlas mientras se enrollan. Para construir con éxito el material compuesto, los adhesivos que se utilicen deben ser compatibles con los materiales de recubrimiento que se elijan. Las fibras recubiertas se procesan en una máquina de hilar, donde se retuercen en filamentos de distintas anchuras. Este procedimiento da lugar al producto final (Alegre, 2017).

Debido a su destacada resistencia, la fibra de carbono se emplea comúnmente en el refuerzo de vigas para mejorar o restaurar su capacidad de soportar tensión. Generalmente, se recurre a tiras o láminas de fibra de carbono que facilitan la absorción de los esfuerzos tensionales. En el caso de las columnas, la fibra de carbono contribuye a



restaurar su habilidad para soportar cargas tensionales y aumenta su capacidad de confinamiento. Adicionalmente, el uso de fibra de carbono en el refuerzo estructural ofrece otras ventajas como una mayor resistencia al impacto, protección contra el fuego y aislamiento térmico (Moncayo, 2016).

Al principio, el sustrato de contacto se limpia meticulosamente para eliminar cualquier partícula suelta, como el polvo, lo que ayuda a mejorar la adherencia. A continuación, se aplica una capa de imprimación epoxi, que se extiende con un rodillo. Para conseguir una superficie homogénea en toda su extensión, se utiliza masilla o pasta epoxi para rellenar los huecos. Una vez preparada la superficie y lista para su uso, se cortan y ajustan los laminados de carbono al tamaño de la sección de soporte. Una vez aplicada la presión, se colocan los laminados sobre la superficie y se aplica una capa de acabado. Esta última cubre el laminado, proporcionando un aspecto similar al concreto y protegiéndolo de agentes externos (Alegre, 2017). Cabe destacar que el método específico de instalación variará según el criterio del profesional encargado del refuerzo con fibra de carbono.

2.3 Marco conceptual

- a. Concreto de alta resistencia: Es un tipo de concreto que ofrece una resistencia a la compresión significativamente mayor que la del concreto convencional. Generalmente, este concreto alcanza una resistencia a la compresión de más de 6,000 psi (40 MPa), aunque los valores pueden variar dependiendo de las especificaciones. Este alto rendimiento se logra mediante la optimización de la mezcla de concreto con materiales como cementos de alta calidad, aditivos reductores de agua, y a veces, adiciones de materiales como cenizas volantes o escoria.



- b.** Evaluación estructural: Es el proceso de análisis de la capacidad de una estructura existente para continuar funcionando según su uso previsto, en términos de seguridad y servicio. La evaluación puede incluir análisis físicos y matemáticos para determinar la resistencia, durabilidad y respuesta de la estructura ante cargas y condiciones ambientales. Esto es esencial para identificar necesidades de reparación o refuerzo y garantizar la seguridad a largo plazo.
- c.** Elementos estructurales: Son los componentes fundamentales que forman parte de una estructura y que trabajan para soportar cargas y mantener la estabilidad. Estos elementos incluyen columnas, vigas, losas, muros, cimientos, entre otros. Cada elemento desempeña un papel específico en la transferencia de cargas desde el punto de aplicación hasta el suelo.
- d.** Fibra de carbono: Es un material ligero y extremadamente fuerte utilizado en diversas aplicaciones estructurales y de ingeniería. Está compuesto por filamentos delgados de carbono que se unen en un patrón cristalino alineado, lo que le confiere una alta resistencia a la tracción. Es popular en aplicaciones donde se requiere una excelente relación resistencia-peso, como en aeronáutica, automoción y construcción civil, especialmente en la fabricación de concreto reforzado con fibra de carbono (CFRP).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La formulación de una técnica de investigación es un componente esencial de cualquier investigación académica o científica. En el contexto de la investigación, es un término que hace referencia al conjunto de determinados enfoques y procedimientos que se utilizan de forma metódica para resolver un problema o dar respuesta a determinadas preguntas de investigación. Una metodología de investigación abarca la selección del diseño del estudio, los métodos de recogida y tratamiento de datos, así como las estrategias para comprobar la validez y fiabilidad de los resultados (Hernández et al., 2018).

3.1 Diseño de la investigación

El diseño experimental constituye una estrategia en la investigación científica que se utiliza para demostrar correlaciones causales entre variables. Para ello, se modifican y controlan metódicamente los elementos que influyen en el fenómeno investigado. La intervención activa del investigador, que manipula una o más variables independientes para examinar la influencia que éstas tienen sobre la característica se basa en una o más variables dependientes definitorias de este diseño de investigación. A través de la asignación aleatoria de los sujetos a los diferentes grupos experimentales y de control, se



busca minimizar sesgos y asegurar la equivalencia entre los grupos, lo cual fortalece la validez interna del estudio. Los experimentos pueden ser llevados a cabo en entornos de laboratorio o en escenarios naturales, y se pueden clasificar en verdaderos, cuasi-experimentales y pre-experimentales, dependiendo del grado de control y aleatorización presente (Hadi et al., 2023).

Se está desarrollando un estudio experimental para evaluar la efectividad de la fibra de carbono en el concreto de elementos estructurales de alta resistencia, mediante una serie de ensayos.

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación cuantitativa es una táctica de indagación que se centra en la captura y análisis de datos cuantitativos para comprender fenómenos, establecer patrones y probar teorías. Este enfoque se basa en el uso de herramientas estadísticas y matemáticas para evaluar la relación entre variables, buscando resultados generalizables y replicables. El análisis de estos datos se realiza mediante técnicas estadísticas que permiten identificar tendencias, correlaciones y diferencias significativas entre grupos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas. Además, el método cuantitativo permite realizar inferencias sobre poblaciones más amplias a partir de muestras representativas, aumentando la validez externa de los estudios. Aunque se enfoca en aspectos medibles y observables, complementado con métodos cualitativos, puede ofrecer una visión integral y robusta de los fenómenos estudiados (Hadi et al., 2023).

El enfoque utilizado es cuantitativo, donde se analiza la fibra de carbono en el concreto de elementos estructurales de alta resistencia se basa en la interpretación de resultados obtenidos a través de datos numéricos.



3.3 Métodos de la investigación

El método de investigación científica es un proceso sistemático y riguroso para adquirir conocimiento, basado en la observación, experimentación y análisis. Comienza con la identificación y definición de un problema o pregunta de investigación, seguido por una revisión exhaustiva de la literatura existente. Luego, se formula una hipótesis que se pone a prueba a través de un diseño de investigación cuidadosamente planificado, que incluye la recolección y análisis de datos. Finalmente, los resultados se interpretan para validar o refutar la hipótesis y se comunican a través de informes o publicaciones. Este enfoque busca asegurar la objetividad, la validez y la reproducibilidad de los hallazgos, promoviendo el avance del conocimiento (Hadi et al., 2023).

3.4 Nivel y tipo de investigación

3.4.1 *Tipo de investigación*

Un tipo de investigación se conoce como investigación aplicada, y es un tipo de estudio que se centra en encontrar soluciones a cuestiones específicas y prácticas. Este tipo de investigación hace uso del conocimiento teórico y metodológico para desarrollar soluciones que sean concretas y de aplicación inmediata. Por otra parte, la investigación aplicada se centra en gran medida en abordar necesidades específicas de la sociedad, las industrias o las comunidades, a diferencia de la investigación básica, que se esfuerza por ampliar los conocimientos fundamentales y la comprensión de los fenómenos sin tener en mente una aplicación inmediata. Además, este tipo de investigación no solo contribuye al avance del conocimiento científico, sino que también promueve el desarrollo económico, social y tecnológico, proporcionando beneficios directos y significativos a la sociedad. La capacidad de transformar teoría en práctica convierte a la investigación aplicada en una herramienta vital para el progreso y la innovación en múltiples áreas del conocimiento (Pimienta et al., 2018).



La presente investigación, de carácter aplicado, se centra en la búsqueda de soluciones innovadoras para optimizar el desempeño del concreto utilizado en elementos estructurales que requieren alta resistencia. Este estudio se enfoca específicamente en explorar el impacto que tiene la incorporación de fibra de carbono en la mejora de las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto.

3.4.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación explicativo, es una estrategia que se concentra en comprender las causas y efectos de los fenómenos, es decir, en desentrañar las relaciones de causalidad entre variables. A diferencia de la investigación descriptiva, que se limita a observar y detallar las características de los fenómenos, o de la investigación correlacional, que busca identificar relaciones entre variables sin inferir causalidad, la investigación explicativa tiene como objetivo principal determinar por qué y cómo ocurren ciertos eventos. Este nivel de investigación es crucial para el desarrollo de teorías científicas robustas, ya que no solo busca describir y relacionar fenómenos, sino también explicar los mecanismos subyacentes que los provocan. Los estudios explicativos a menudo emplean diseños experimentales o cuasi-experimentales, donde el investigador manipula una o más variables independientes para observar su impacto en las variables dependientes, asegurando así un alto grado de control y precisión en la identificación de relaciones causales (Reyes, 2022).

El presente estudio se enmarca dentro de un nivel explicativo, dado que su objetivo principal es proporcionar una comprensión profunda y detallada sobre cómo la adición de fibra de carbono impacta en el comportamiento del concreto utilizado en elementos estructurales que requieren alta resistencia. A lo largo de la investigación, se exploran minuciosamente los mecanismos y efectos específicos que esta fibra innovadora ejerce sobre las propiedades mecánicas del concreto.



3.5 Población y muestra de la investigación

3.5.1 Población

En el contexto de este estudio, se refiere a todo el conjunto de personas, cosas, acontecimientos o componentes que comparten un determinado rasgo y son de interés para la investigación. Este grupo puede ser definido de manera amplia o estrecha, dependiendo del propósito y alcance de la investigación. La correcta definición de la población es crucial, ya que asegura que los resultados de la investigación sean pertinentes y aplicables al grupo de interés. En muchos casos, debido a la imposibilidad práctica de estudiar toda la población, se recurre a la selección de una muestra representativa, pero la población siempre sirve como el marco de referencia general (Iglesias, 2021).

La población son todas las edificaciones de alta resistencia en la ciudad de Puno que son potenciales candidatas para reforzamiento estructural.

3.5.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de la población que se selecciona para participar en el estudio. Esta selección se realiza mediante técnicas de muestreo, que pueden ser probabilísticas o no probabilísticas, dependiendo de los objetivos del investigador y de la naturaleza del estudio. Una muestra bien elegida debe ser representativa de la población para que los resultados obtenidos puedan generalizarse con confianza. El tamaño de la muestra y la metodología de selección son factores críticos que afectan la exactitud y la robustez de los hallazgos de la investigación. La muestra permite a los investigadores realizar análisis detallados y obtener conclusiones aplicables a la población más amplia sin necesidad de evaluar cada uno de sus miembros (Castillo et al., 2014).

La muestra en este estudio está dada por briquetas y vigas de concreto y así mismo las edificaciones de alta resistencia.

3.6 Técnicas e instrumentos

3.6.1 Técnicas

Las técnicas de investigación son herramientas y procedimientos específicos utilizados por los investigadores para recolectar, analizar e interpretar datos con el fin de responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos del estudio. Estas técnicas varían ampliamente dependiendo del enfoque metodológico adoptado, ya sea cualitativo, cuantitativo o mixto. La selección adecuada de técnicas es esencial para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados, así como para asegurar que los métodos empleados sean congruentes con la naturaleza del fenómeno estudiado y las preguntas de investigación planteadas (Medina et al., 2023).

- Observación detallada.
- Ensayos en laboratorio.
- Análisis minucioso.

3.6.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son herramientas específicas diseñadas para recolectar datos de manera sistemática y estructurada, permitiendo a los investigadores medir y evaluar las variables de interés en un estudio. La elección del instrumento adecuado depende del tipo de investigación, las características de la población estudiada y la naturaleza de las variables que se desean medir. Un buen instrumento debe ser válido, es decir, debe medir con precisión lo que pretende medir, y fiable, lo que significa que debe producir resultados consistentes y reproducibles en diferentes momentos. Además, los instrumentos deben ser claros y comprensibles para los participantes, minimizando el riesgo de sesgos y errores en la recolección de datos (Medina et al., 2023).

- Esclerómetro
- Equipos y herramientas de laboratorio.
- Formatos de cálculos

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

3.7.1 Validación de instrumentos

La validez de un instrumento de investigación se refiere al grado en que este mide efectivamente lo que pretende medir. Es una característica crucial que determina la precisión y la relevancia de las conclusiones derivadas de los datos recolectados. La validez puede evaluarse de distintas maneras. La validez de contenido determina si el instrumento cubre adecuadamente todos los aspectos del constructo que se mide. La validez de criterio examina la correlación entre el instrumento y otro criterio que mide lo mismo. La validez de constructo examina hasta qué punto el instrumento se ajusta a las teorías y conceptos subyacentes del fenómeno estudiado (Medina et al., 2023).

3.7.2 Confiabilidad de instrumentos

La consistencia de los resultados de un instrumento de investigación refleja su confiabilidad y estabilidad de sus resultados cuando se aplica en diferentes ocasiones. Un instrumento confiable produce mediciones similares bajo condiciones similares, lo que significa que es libre de errores aleatorios y proporciona datos precisos y repetibles. Las principales formas de evaluar la confiabilidad incluyen la consistencia interna, que mide la coherencia de los ítems dentro del mismo instrumento; la estabilidad temporal, que examina la correlación de los resultados obtenidos en diferentes momentos (test-retest); y la equivalencia, que evalúa la consistencia entre diferentes formas o versiones del instrumento. Un alto grado de confiabilidad es esencial para asegurar que los datos recolectados sean representativos y que las inferencias hechas a partir de ellos sean válidas y fiables (Medina et al., 2023).

3.8 Procedimiento de recolección de datos

El proceso de recolección de datos comenzará con una fase inicial de recopilación de información relevante y actualizada sobre el tema de estudio. Esta etapa implicará la revisión de fuentes bibliográficas, estudios previos, y otros materiales que aporten un conocimiento fundamentado sobre la materia en cuestión. Tras esta recolección, se procederá a un análisis detallado y crítico de los datos recopilados, con el objetivo de identificar patrones, tendencias, y áreas clave que requieran mayor atención. Este análisis servirá como base para estructurar y planificar la siguiente fase del estudio. A partir de ahí, se desarrollarán los procedimientos experimentales necesarios, diseñando ensayos específicos que permitan evaluar de manera rigurosa las hipótesis planteadas y comprobar los efectos o resultados esperados.

3.8.1 Procedimiento

En primera instancia, se inició con la recolección de materiales. Los agregados fueron obtenidos de dos canteras: el agregado fino provino de la cantera Isla, mientras que el agregado grueso fue extraído de la cantera Piedra Azul. La fibra de carbono fue adquirida de Sika Perú.

Figura 2

Fibra de carbono



Nota: tomada de Sika Perú



La fibra de carbono utilizada fue Sika Wrap®-600 C, un laminado de alta resistencia diseñado para reforzar estructuras. Para realizar la instalación, se empleó un adhesivo epóxico Sikadur®-301, el cual es crucial para asegurar una adherencia óptima entre la fibra de carbono y la superficie de la estructura. Este adhesivo epóxico se caracteriza por su capacidad de curarse a temperatura ambiente, proporcionando una unión duradera y resistente a diversas condiciones ambientales. El proceso de instalación comenzó con la preparación de la superficie, la cual se limpió meticulosamente para eliminar cualquier residuo que pudiera interferir con la adherencia. Posteriormente, se aplicó una capa uniforme del adhesivo epóxico sobre la zona a reforzar. La fibra de carbono Sika Wrap®-600 C se colocó cuidadosamente sobre esta capa adhesiva, asegurándose de eliminar cualquier burbuja de aire para maximizar el contacto con el adhesivo. Una vez colocada la fibra de carbono, se utilizó un rodillo especial para presionar firmemente el material contra la superficie y asegurar una buena impregnación del adhesivo en la fibra. Este paso es esencial para activar las cualidades de la fibra de carbono, permitiendo que el material trabaje efectivamente para reforzar la estructura. El proceso finalizó con un período de curado, durante el cual el adhesivo epóxico se endureció, integrando completamente la fibra de carbono a la estructura.

Primero, se realizó el ensayo del esclerómetro para identificar la resistencia a compresión en un edificio ubicado en la región de Puno. Luego, se prepararon las briquetas y vigas, y se procedió a la colocación de la fibra de carbono como capa mediante el método de encamisado para determinar las resistencias resultantes.

Figura 3

Localización de la primera edificación de estudio



La edificación para la prueba de esclerometría está situada en la avenida Laykakota y al frente del parque Dante Nava.

Figura 4

Localización de la segunda edificación de estudio



La segunda edificación para la prueba de esclerometría está situada en el jr Moquegua denominada la Villa Uancv.

3.8.2 Ensayos

a. **Ensayo del esclerómetro:** El objetivo de este ensayo es evaluar la durabilidad de un componente de hormigón basándose en la cantidad de rebotes detectados por un esclerómetro en el hormigón solidificado. No obstante, es crucial reconocer que este procedimiento de ensayo no es aconsejable como norma exclusiva para determinar la aceptación o el rechazo del hormigón.

Procedimiento:

- **Posicionamiento del esclerómetro:** Sujete firmemente el esclerómetro asegurándose de que el émbolo esté perpendicular a la superficie a evaluar.
- **Impacto:** Desplace lentamente el instrumento hacia la superficie de prueba hasta que el martillo impacte.
- **Mantenimiento de presión y ajuste:** Tras el impacto, mantenga la presión en el instrumento. Si es necesario, presione el botón situado al lado del instrumento para fijar el émbolo en su posición contraída.
- **Lectura y registro:** Observe el número indicado en la escala de rebote, redondeando al entero más cercano, y registre este valor.
- **Distancia entre puntos de prueba:** Realice las pruebas asegurándose de que haya al menos 25 mm (1 pulgada) de distancia entre los puntos de impacto.
- **Inspección de la superficie:** Examine la impresión dejada por el impacto. Si el impacto ha machacado o roto la superficie, indicando un posible vacío de aire, descarte esta lectura y proceda a realizar otra medición en un punto diferente.



b. Análisis de contenido de humedad: La evaluación precisa del contenido de humedad en los agregados es un aspecto fundamental en la ingeniería de materiales, ya que influye directamente en las propiedades físicas y mecánicas de los materiales empleados en la construcción. A continuación, se presenta en detalle el procedimiento para determinar la humedad de los agregados:

Procedimiento:

- Se inicia el proceso seleccionando una cantidad específica del agregado global en su estado natural, medida en gramos, que sea representativa del material total a analizar. Esta muestra debe ser cuidadosamente elegida para garantizar que refleje adecuadamente las características del agregado bajo estudio.
- Una vez seleccionada la muestra, se introduce en un horno previamente calentado a una temperatura controlada de 110 ± 5 °C. La muestra se mantiene en el horno durante un período de 24 horas o hasta que se alcance un peso constante, lo que indica que se ha eliminado toda la humedad presente en el material.
- Al cumplirse el tiempo estipulado en el horno, se retira la muestra y se deja enfriar a temperatura ambiente por un lapso de 15 minutos. Durante este tiempo, es crucial evitar cualquier reabsorción de humedad del entorno. Luego de este enfriamiento controlado, se procede a registrar la masa final de la muestra, que corresponde a su peso seco.
- El contenido de humedad del agregado se determina calculando la diferencia entre el peso inicial de la muestra en su estado natural y el peso registrado después del proceso de secado. Esta diferencia permite cuantificar la cantidad de agua contenida en el agregado antes del secado.

- El resultado del cálculo se expresa como un porcentaje en relación con el peso del material seco. Este porcentaje proporciona una medida clara y precisa del contenido de humedad presente en el agregado.
- El valor final obtenido a partir de este procedimiento es una representación del nivel de humedad en el material, siendo un dato esencial para la evaluación de las propiedades del agregado.
- Cabe destacar que todo el procedimiento descrito se lleva a cabo conforme a los lineamientos especificados por la norma ASTM. Esta adhesión a las directrices estandarizadas garantiza la exactitud y confiabilidad de la determinación del contenido de humedad en los áridos, lo que es fundamental para los análisis y aplicaciones en la construcción y la ingeniería.

Figura 5

Humedad





c. Ensayo de análisis granulométrico: El análisis de la distribución granulométrica de los agregados, como la arena, la grava, o la piedra triturada, es fundamental en los campos de la construcción y la ingeniería civil. Este estudio, conocido como análisis granulométrico, permite evaluar y entender cómo se distribuyen las diferentes partículas en los materiales granulares, lo cual es esencial para determinar sus características físicas y su idoneidad para distintos usos en proyectos de construcción.

Procedimiento:

- El primer paso consiste en seleccionar una muestra de agregado siguiendo rigurosamente las especificaciones que se encuentran establecidas en la norma ASTM. Este proceso de selección es crucial para asegurar que la muestra sea representativa y cumpla con los requisitos necesarios para el análisis.
- Una vez seleccionada la muestra, se procede a realizar un lavado del material utilizando una malla de tamizado N° 200. Este paso tiene como objetivo eliminar las partículas finas no deseadas que pueden interferir con la precisión del análisis granulométrico. Luego de la eliminación de estas partículas, el material debe ser secado a una temperatura controlada de 110 ± 5 °C hasta alcanzar un peso constante, asegurando así que todo el material se encuentra completamente seco y listo para el siguiente proceso.
- Con el material seco, se procede a la etapa de tamizado utilizando el equipo adecuado. Para los agregados finos, el tamizado se realiza con una serie de mallas que incluyen N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200, cada una de las cuales permite la separación de las partículas según su tamaño. En el caso de los agregados gruesos, el tamizado se realiza utilizando

mallas de aberturas más grandes como 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", y N° 4, las cuales son apropiadas para clasificar los tamaños de partículas mayores.

- Una vez completado el tamizado, se recopilan los datos obtenidos y se procede a realizar los cálculos necesarios. Para los agregados finos, se calcula el Módulo de Finura (M.F.), que es la suma de los porcentajes de masa retenida acumulativa en cada tamiz, expresada en relación con el total de la masa inicial de la muestra.
- En cuanto a los agregados gruesos, se determina el (TMN), que es una medida del tamaño de partícula más grande permitido dentro de la mezcla de agregados.
- Todo este procedimiento, llevado a cabo conforme a los lineamientos de la norma ASTM, garantiza la exactitud en la determinación de la distribución de tamaños de las partículas en los agregados.

Figura 6

Granulometría





d. Pesos específico y absorción. El análisis del peso específico y la capacidad de absorción de los agregados es un procedimiento esencial que se lleva a cabo para determinar las propiedades físicas clave de los materiales utilizados en la construcción. Estos dos parámetros —el peso específico y la absorción— son de suma importancia porque proporcionan información detallada sobre la densidad relativa de los agregados y su capacidad para retener agua, respectivamente. Estos factores influyen directamente en el comportamiento de los agregados cuando se incorporan en mezclas de concreto y otros materiales de construcción, afectando propiedades cruciales como la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad.

Procedimiento

- En primer lugar, se realiza el pesaje inicial de la muestra seleccionada, registrando con precisión su masa para poder llevar a cabo los cálculos posteriores.
- A continuación, la muestra se sumerge en agua y se deja en estado de saturación durante un período de 24 horas. Este paso es fundamental para asegurar que los poros de los agregados estén completamente llenos de agua, lo que permitirá medir de manera precisa su capacidad de absorción.
- Transcurrido el tiempo de saturación, se elimina el exceso de humedad de la muestra dejándola escurrir y permitiendo que se seque al aire ambiente por un tiempo prudente. Este proceso de secado superficial es importante para garantizar que solo se retenga la humedad absorbida dentro de los poros del material.
- Posteriormente, para verificar que la muestra ha alcanzado un nivel de sequedad superficial adecuado, se introduce un espécimen en un cono especial de laboratorio y se compacta aplicando 25 golpes uniformes, siguiendo las normativas establecidas para este tipo de ensayo. Este paso



asegura que cualquier agua superficial que pueda distorsionar los resultados haya sido eliminada.

- Luego, se procede a pesar una cantidad específica de la muestra, exactamente 86 gramos, que ha sido previamente secada al ambiente. Este peso debe ser registrado con precisión.
- A continuación, la muestra se introduce en un picnómetro, un dispositivo utilizado en el laboratorio para medir la densidad de los líquidos o sólidos en suspensión, y se satura con agua hasta alcanzar un nivel adecuado para la agitación. Este paso permite que el agregado se mezcle completamente con el agua, facilitando la eliminación de burbujas de aire.
- El picnómetro con la muestra se agita cuidadosamente durante un período de 10 a 15 minutos. El propósito de esta agitación es eliminar cualquier espacio vacío o burbuja de aire atrapada en la muestra que podría afectar la medición del peso específico y la absorción.
- Después de la agitación, se dispone la muestra sobre una superficie plana y se utiliza un instrumento adecuado para eliminar cualquier espacio vacío remanente, asegurando así la precisión del ensayo.
- Se llena completamente el picnómetro con agua, manteniendo una temperatura controlada entre 20 y 25 grados centígrados, y se cierra herméticamente, asegurándose de que no queden burbujas de aire o espacios vacíos en el interior.
- A continuación, se lleva a cabo el pesaje del picnómetro lleno con la muestra. Este peso es crucial para los cálculos de densidad y absorción.
- Se procede a retirar la fracción fina de la muestra del picnómetro (conocida como "A. Fino") y se introduce en un horno, donde se seca a una temperatura constante de 115°C hasta que alcance un peso constante.



- Tras el secado, se llena nuevamente el frasco hasta su capacidad máxima con agua a una temperatura precisa de 21°C para efectuar un nuevo pesaje.
- Finalmente, se efectúa el pesaje del frasco vacío para completar el conjunto de mediciones necesarias.

e. Peso unitario. La determinación del peso unitario de los agregados es un proceso fundamental en el campo de la construcción y la ingeniería civil, cuyo propósito principal es medir la masa de los materiales por cada unidad de volumen. Este parámetro, conocido como peso unitario, es crucial ya que proporciona información relevante sobre la densidad aparente de los agregados, lo que impacta directamente en el diseño de mezclas de concreto y otros materiales de construcción.

Procedimiento:

- El primer paso consiste en determinar el volumen del recipiente que se utilizará en los ensayos. Este volumen se puede medir a través de métodos de medición precisos o utilizando el método de sustitución con agua, que implica llenar el recipiente con agua y medir el volumen desplazado. El volumen obtenido se registra como "V" y es crucial para los cálculos posteriores relacionados con la densidad de los agregados.
- A continuación, se procede a medir la masa del recipiente vacío que se empleará durante los ensayos de agregados. Esta medición debe realizarse con precisión tanto para los agregados gruesos como para los finos, ya que se utilizará como referencia para calcular el peso del agregado contenido.
- Posteriormente, se llena el recipiente con el agregado hasta aproximadamente un tercio de su capacidad total. En esta fase, es importante nivelar la superficie del agregado y proceder a compactarlo adecuadamente mediante la aplicación de 25 golpes uniformes, utilizando un instrumento específico.

- Después de la primera etapa de llenado, el proceso se repite llenando el recipiente hasta alcanzar dos tercios de su capacidad. Una vez más, se nivela la superficie del agregado y se compacta utilizando el mismo método de 25 golpes.
- En la última etapa de llenado, el recipiente se completa hasta su capacidad total, equivalente a tres tercios. Se compacta nuevamente aplicando 25 golpes, y luego se enrasan cuidadosamente los agregados para asegurar que la superficie esté nivelada y no haya material sobresaliendo.
- A continuación, se obtiene la masa total del recipiente que contiene el agregado, incluyendo el peso del recipiente vacío.
- Para calcular el Peso Unitario Suelto del agregado, se llena el recipiente con el material hasta que este desborde, utilizando una cuchara o pala para transferir el agregado al recipiente. Luego, la superficie del agregado se nivela cuidadosamente, evitando cualquier compactación adicional, para asegurar que la medición refleje un estado de suelto, tal como lo requieren los estándares de evaluación.

Figura 7

Peso unitario





f. Diseño de mezclas. El diseño de mezclas de concreto mediante el método del American Concrete Institute (ACI) tiene como propósito fundamental desarrollar una combinación de materiales que se ajuste de manera óptima a los requerimientos específicos de un proyecto de construcción. Este enfoque busca garantizar que la mezcla resultante posea las propiedades esenciales necesarias para el éxito del proyecto, tales como una alta resistencia a compresión, durabilidad frente a condiciones ambientales adversas, trabajabilidad adecuada para facilitar el proceso de colocación y compactación, y una eficiencia económica que considere la optimización de los costos.

Procedimiento:

- El primer paso del proceso implica una revisión exhaustiva de los requisitos y especificaciones únicas del proyecto de construcción. Esta etapa es fundamental para comprender las necesidades específicas en cuanto al desempeño del concreto, los entornos en los que se utilizará, y cualquier restricción o condición particular que pueda afectar la mezcla.
- Posteriormente, se establece el nivel de resistencia a la compresión que el concreto debe alcanzar una vez endurecido. Este parámetro es crucial para garantizar que el material pueda soportar las cargas y tensiones que se le aplicarán durante la vida útil de la estructura.
- Se procede a definir la consistencia adecuada del concreto, que se expresa mediante la medida de asentamiento o "slump." Este aspecto es importante para asegurar que la mezcla tenga la trabajabilidad necesaria para ser colocada y compactada adecuadamente, sin comprometer su cohesión o su resistencia.
- Otro paso clave es el cálculo del volumen de aire atrapado en la mezcla de concreto. Este factor es esencial para mejorar la durabilidad del concreto, especialmente en climas extremos o en situaciones donde la estructura puede



estar expuesta a ciclos de congelación y descongelación. Un contenido de aire adecuado ayuda a prevenir el agrietamiento y el deterioro prematuro.

- Se realiza la determinación precisa de la cantidad de agua necesaria para asegurar la correcta hidratación del cemento. La cantidad de agua es fundamental, ya que influye en la trabajabilidad de la mezcla fresca y en las propiedades finales del concreto, como la resistencia y la durabilidad.
- Se establece la proporción óptima de agua y material cementante (agua/cemento) para lograr las características mecánicas y físicas deseadas del concreto. Este equilibrio es vital para maximizar tanto la resistencia como la durabilidad del material sin sacrificar la trabajabilidad.
- A continuación, se calcula la cantidad exacta de cemento que debe incluirse en la mezcla, considerando la adición de materiales suplementarios como aditivos químicos o escoria de alto horno, si es necesario. Estos componentes adicionales pueden mejorar ciertas propiedades del concreto, como la resistencia, la durabilidad o la trabajabilidad.
- Se lleva a cabo una evaluación minuciosa de las distribuciones granulométricas de los agregados gruesos y finos, ya que la granulometría afecta significativamente la cohesión de la mezcla, la trabajabilidad, y la capacidad de compactación.
- Se calcula la cantidad específica de agregado grueso que se requerirá en la mezcla de concreto, asegurándose de que la proporción sea adecuada para la densidad y resistencia deseadas.
- Del mismo modo, se determina la cantidad necesaria de agregado fino, que ayuda a llenar los vacíos entre los agregados gruesos y contribuye a la cohesión y manejabilidad de la mezcla.
- Se toma en consideración el nivel de humedad presente en los agregados, ajustando la cantidad de agua de la mezcla en consecuencia. Este ajuste es



crucial para evitar el exceso de agua que podría afectar negativamente la relación agua/cemento y, por ende, la resistencia y durabilidad del concreto.

- Finalmente, con base en todos los cálculos y ajustes realizados, se procede a modificar y ajustar las proporciones de los componentes de la mezcla para garantizar que todos los criterios y especificaciones del diseño se cumplan de manera precisa. Este paso asegura que la mezcla de concreto final cumpla con todos los requisitos técnicos y de desempeño establecidos para el proyecto de construcción.

g. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto: La evaluación de la resistencia de las estructuras de concreto se realiza a través de la determinación de las fuerzas mínimas necesarias para provocar la fractura o el fallo de muestras específicas que han sido sometidas a cargas estáticas controladas. Este proceso es esencial para entender la capacidad del material para resistir las tensiones y cargas a las que será sometido en condiciones reales de servicio. Para llevar a cabo estas evaluaciones, se utilizan comúnmente probetas de concreto como elementos de prueba estándar. Estas probetas, que son piezas de concreto moldeadas en diferentes formas y tamaños, sirven como modelos representativos que permiten evaluar el comportamiento estructural del material bajo diferentes condiciones de carga.

Procedimiento:

- Los especímenes son vertidos en moldes diseñados para mezclas de hormigón.
- Antes de realizar ensayos con muestras de hormigón, se recopilan datos exhaustivos sobre el material. Se requieren certificaciones de calidad y, a partir de esta información, se elige el procedimiento de ensayo más adecuado.

- El usuario no ha facilitado ningún texto. A lo largo del examen, el cubo se somete a una presión creciente bajo una prensa hidráulica hasta que finalmente se rompe.
- El texto del usuario está vacío. Es importante destacar que, a lo largo del procedimiento de verificación, se evalúan muchas muestras en lugar de analizar una sola. Esta metodología se emplea para adquirir resultados que sean más indicativos y resistentes.
- Las medidas obtenidas en las pruebas se promedian y los resultados se documentan cuidadosamente en el informe de la prueba. Este enfoque ayuda a reducir el margen de error, garantizando una mayor precisión en la evaluación de la resistencia del material.

Figura 8

Rotura a compresión



- h. Ensayo de resistencia a flexión:** El procedimiento se realiza con el objetivo de evaluar la capacidad del material para resistir esfuerzos asociados con la flexión o lo que se conoce como flexión pura. Este tipo de ensayo es fundamental para obtener información precisa sobre cómo el concreto se comporta cuando es



sometido a cargas que generan momentos flexionantes. A través de esta evaluación, se puede determinar la capacidad del concreto para soportar fuerzas aplicadas de manera transversal que tienden a doblarlo o deformarlo, lo cual es esencial para entender su desempeño en elementos estructurales como vigas, losas y otros componentes que están frecuentemente expuestos a estas condiciones de carga.

Procedimiento:

- Inicialmente, se preparan probetas de concreto que pueden ser de forma cilíndrica o prismática, siguiendo las dimensiones especificadas y los procedimientos establecidos por las normativas vigentes. Este proceso de preparación incluye la correcta mezcla, colocación y compactación del concreto en los moldes para asegurar una conformidad precisa con los requisitos del ensayo.
- Posteriormente, las muestras de concreto son sometidas a un riguroso proceso de curado. Durante esta etapa, se deben mantener condiciones óptimas de humedad y temperatura controladas para permitir que el concreto alcance su resistencia potencial máxima.
- Una vez que las probetas han sido curadas y están listas para la prueba, se colocan con cuidado en la máquina de ensayo de flexión. Es esencial asegurarse de que las probetas estén correctamente alineadas y bien soportadas en los puntos de apoyo de la máquina para garantizar la precisión del ensayo y evitar resultados incorrectos debido a una colocación inadecuada.
- A continuación, se aplica una carga de manera gradual en el centro de la probeta para inducir momentos flexionantes. La carga se incrementa de forma continua y controlada, permitiendo observar el comportamiento



progresivo del concreto bajo condiciones de flexión hasta que finalmente se alcanza el punto de fractura de la muestra.

- Durante todo el procedimiento de ensayo, se registran meticulosamente los datos relevantes, tales como la carga aplicada en cada momento y la deformación experimentada por la probeta.
- Una vez alcanzada la rotura de la muestra, se procede a calcular la resistencia a la flexión utilizando la carga máxima que se aplicó justo antes del fallo y considerando las dimensiones específicas de la probeta ensayada. Este cálculo proporciona un valor cuantitativo de la capacidad del concreto para soportar esfuerzos de flexión.
- Finalmente, se lleva a cabo un análisis detallado de la deformación registrada para comprender mejor cómo se comporta el concreto bajo la influencia de cargas flexionantes.

3.9 Procesamiento y análisis de datos

En esta fase del proceso, el propósito es transformar los datos en información que no sólo sea pertinente, sino también capaz de facilitar la toma de decisiones basadas en información precisa. Para llevar a cabo un análisis exhaustivo de los datos, es esencial hacer uso de técnicas e instrumentos especializados. Ello se debe al razonamiento expuesto anteriormente. De este modo, se garantizará que la información recopilada sea precisa, fiable y pertinente para el proceso de toma de decisiones.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

En esta sección SE describen los resultados de la investigación realizada sobre el refuerzo de elementos estructurales de alta resistencia en edificios. El estudio se centró en el refuerzo de estos elementos. El análisis de los datos se facilita mediante el uso de diversas tablas y gráficos, que no solo ilustran las mejoras y cambios en la resistencia estructural tras la implementación de las técnicas de reforzamiento, sino que también proporcionan una comparativa visual entre las condiciones. Este enfoque permite una evaluación clara y precisa del impacto de las técnicas aplicadas, facilitando así una mejor toma de decisiones basada en evidencia sólida y bien documentada.

4.1.1 *Prueba de rebote en elementos estructurales de alta resistencia*

Para la implementación de la prueba de rebote, que es esencial para evaluar la resistencia y la integridad estructural, se seleccionaron específicamente columnas y vigas como los elementos estructurales a analizar. Esta selección se llevó a cabo en edificaciones representativa ubicada en la ciudad de Puno. Este enfoque permitirá obtener datos concretos sobre la eficacia del reforzamiento en estructuras críticas bajo condiciones reales de carga y uso.



❖ Primera edificación

Tabla 2

Esclerometría en la columna -1

Resultado esclerometría Puntos	Angulo 0°
	Elemento estructural Columna 1
1	34
2	38
3	36
4	32
5	35
6	34
7	37
8	38
9	40
10	38
Promedio	36.20
IE corregido (xfc)	0.195
Resistencia (kg/cm2)	325

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la columna 1, orientada a un ángulo de 0°, con una resistencia resultante de 325 kg/cm².

Tabla 3

Esclerometría en la columna -2

Resultado esclerometría Puntos	Angulo 0°
	Elemento estructural Columna 2
1	34
2	37
3	35
4	38
5	40
6	35
7	34
8	36
9	39
10	37
Promedio	36.50
IE corregido (xfc)	0.194
Resistencia (kg/cm2)	330

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la columna 2, orientada a un ángulo de 0°, con una resistencia resultante de 330 kg/cm².

Tabla 4

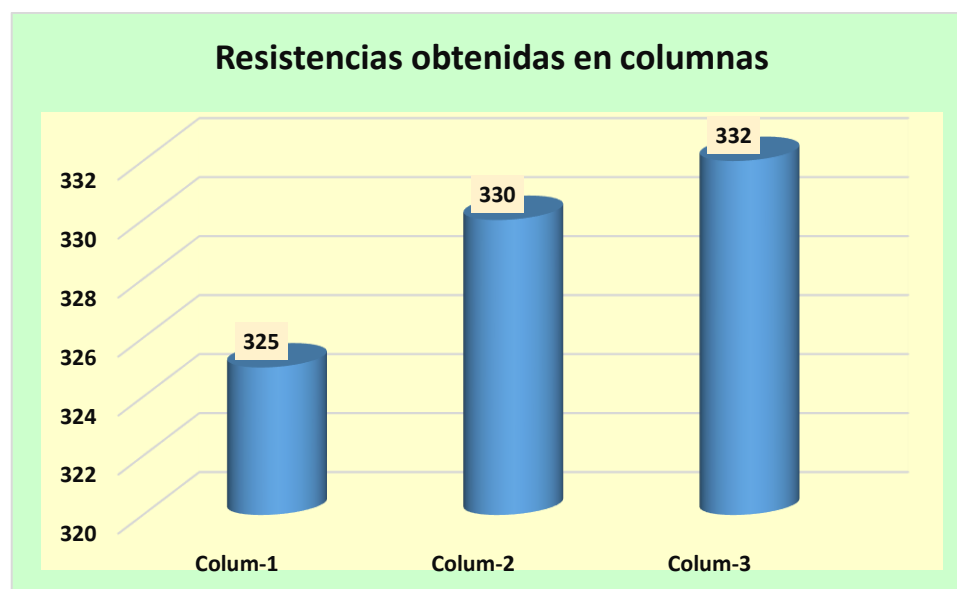
Esclerometría en la columna -3

Resultado esclerometría	Angulo
	0°
Puntos	Elemento estructural
	Columna 3
1	35
2	38
3	34
4	37
5	39
6	40
7	35
8	37
9	34
10	37
Promedio	36.60
IE corregido (xfc)	0.194
Resistencia (kg/cm ²)	332

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la columna 3, orientada a un ángulo de 0°, con una resistencia resultante de 332 kg/cm².

Figura 9

Resistencias encontradas en columnas



Se presenta la resistencia obtenida en el elemento estructural 'columna' a través de la prueba del esclerómetro.

Tabla 5*Esclerometría en la viga - 1*

Resultado esclerometría	Angulo
	90°
Puntos	Elemento estructural
	Viga 1
1	39
2	42
3	38
4	39
5	40
6	39
7	39
8	36
9	38
10	40
Promedio	39.00
IE corregido (xfc)	0.199
Resistencia (kg/cm ²)	305

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la viga 1, orientada a un ángulo de 90°, con una resistencia resultante de 305 kg/cm².

Tabla 6*Esclerometría en la viga - 2*

Resultado esclerometría	Angulo
	90°
Puntos	Elemento estructural
	Viga 2
1	37
2	39
3	42
4	37
5	40
6	39
7	38
8	39
9	38
10	40
Promedio	38.90
le corregido (xfc)	0.199
Resistencia (kg/cm ²)	303

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la viga 2, orientada a un ángulo de 90°, con una resistencia resultante de 303 kg/cm².

Tabla 7

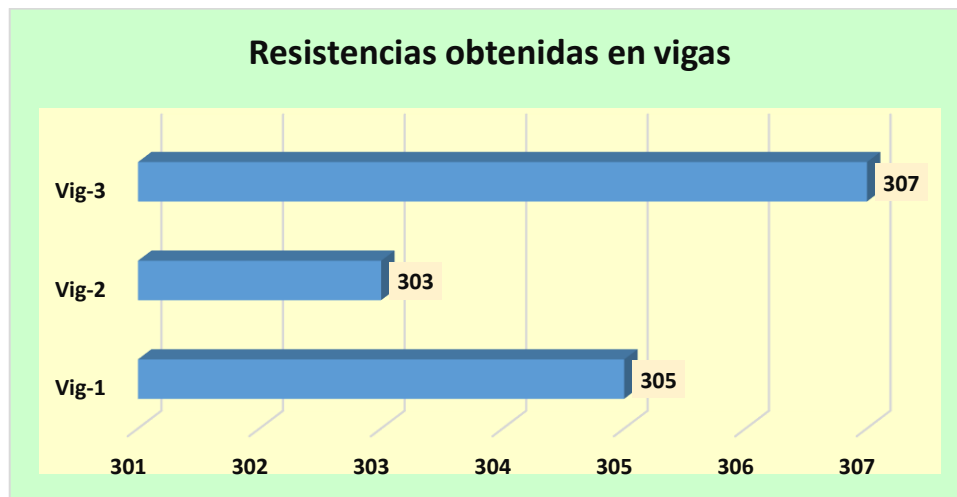
Esclerometría en la viga - 3

Resultado esclerometría	Angulo
	90°
Puntos	Elemento estructural
	Viga 3
1	38
2	39
3	37
4	41
5	38
6	42
7	39
8	39
9	38
10	40
Promedio	39.10
le corregido (xfc)	0.199
Resistencia (kg/cm ²)	307

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la viga 3, orientada a un ángulo de 90°, con una resistencia resultante de 307 kg/cm².

Figura 10

Resistencias encontradas en vigas



Se presenta la resistencia obtenida en el elemento estructural 'viga' a través de la prueba del esclerómetro.

❖ Segunda edificación

Tabla 8

Esclerometría en la columna -1

Resultado esclerometría Puntos	Angulo 0°
	Elemento estructural Columna 1
1	32
2	36
3	38
4	33
5	32
6	39
7	36
8	34
9	35
10	31
Promedio	34.60
IE corregido (xfc)	0.201
Resistencia (kg/cm ²)	298

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la columna 1, orientada a un ángulo de 0°, con una resistencia resultante de 298 kg/cm².

Tabla 9

Esclerometría en la columna -2

Resultado esclerometría Puntos	Angulo 0°
	Elemento estructural Columna 2
1	33
2	36
3	35
4	33
5	37
6	36
7	33
8	32
9	38
10	34
Promedio	34.70
IE corregido (xfc)	0.200
Resistencia (kg/cm ²)	300

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la columna 2, orientada a un ángulo de 0°, con una resistencia resultante de 300 kg/cm².

Tabla 10

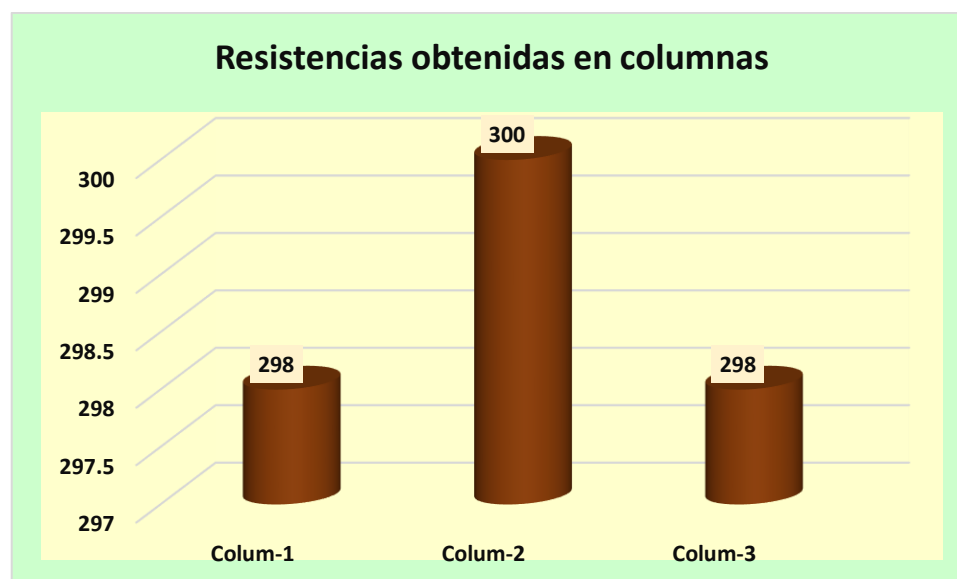
Esclerometría en la columna -3

Resultado esclerometría	Angulo
	0°
Puntos	Elemento estructural
	Columna 3
1	35
2	36
3	34
4	35
5	34
6	36
7	34
8	33
9	35
10	34
Promedio	34.60
IE corregido (xfc)	0.201
Resistencia (kg/cm ²)	298

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la columna 3, orientada a un ángulo de 0°, con una resistencia resultante de 298 kg/cm².

Figura 11

Resistencias encontradas en columnas



Se presenta la resistencia obtenida en el elemento estructural 'columna' a través de la prueba del esclerómetro.



Tabla 11

Esclerometría en la viga - 1

Resultado esclerometría	Angulo 90°
	Elemento estructural
Puntos	Viga 1
1	38
2	39
3	36
4	38
5	36
6	37
7	38
8	39
9	39
10	42
Promedio	38.20
IE corregido (xfc)	0.203
Resistencia (kg/cm ²)	291

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la viga 1, orientada a un ángulo de 90°, con una resistencia resultante de 291 kg/cm².

Tabla 12

Esclerometría en la viga - 2

Resultado esclerometría	Angulo 90°
	Elemento estructural
Puntos	Viga 2
1	40
2	38
3	37
4	39
5	40
6	37
7	38
8	37
9	39
10	38
Promedio	38.30
le corregido (xfc)	0.202
Resistencia (kg/cm ²)	293

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la viga 2, orientada a un ángulo de 90°, con una resistencia resultante de 293 kg/cm².

Tabla 13

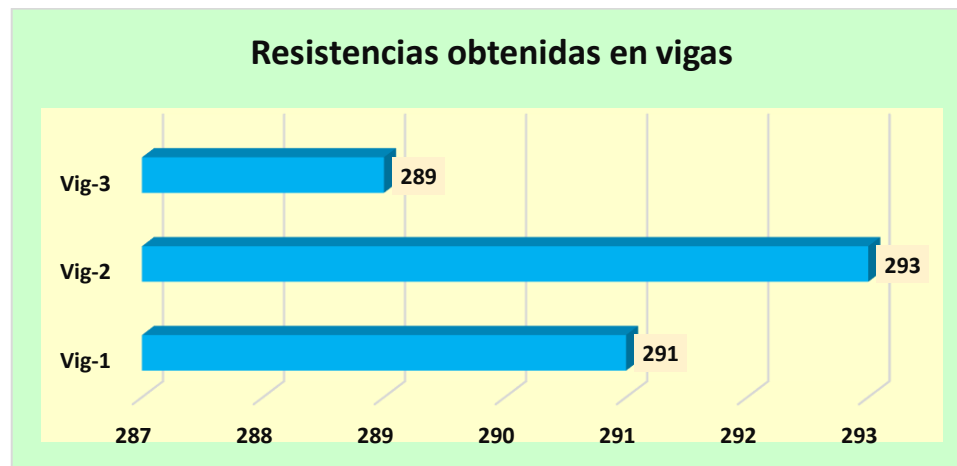
Esclerometría en la viga - 3

Resultado esclerometría	Angulo
	90°
Puntos	Elemento estructural
	Viga 3
1	39
2	38
3	38
4	37
5	39
6	40
7	38
8	38
9	37
10	37
Promedio	38.10
le corregido (xfc)	0.203
Resistencia (kg/cm ²)	289

Se presenta los resultados de esclerometría realizada en la viga 3, orientada a un ángulo de 90°, con una resistencia resultante de 289 kg/cm².

Figura 12

Resistencias encontradas en vigas



Se presenta la resistencia obtenida en el elemento estructural 'viga' a través de la prueba del esclerómetro.

4.1.2 Diseño de mezclas de un concreto de alta resistencia

a. Contenido de humedad

Tabla 14

Humedad en los agregados

Muestra	Agregado	
	<i>Agregado fino</i>	<i>Agregado grueso</i>
M.Húmeda+Tara	678.25	572.56
M.Seca+Tara	653.62	557.62
Tara	39.22	40.09
M.Húmeda	639.03	532.47
M.Seca	614.40	517.53
Agua	24.63	14.94
%Humedad	4.01	2.89

Los resultados indican que la humedad en el agregado fino es del 4.01%, mientras que en el agregado grueso es del 2.89%.

b. Peso específico y absorción

Tabla 15

Datos del peso específico y absorción

Agregado	Datos			
	J	K	WC	W
Fino	463.54	483.63	1303.65	1599.78
Grueso	775.87	797.38	1303.65	1765.91

- Cálculo de peso específico

$$Pe = \frac{K}{Wc + K - W} = X \text{ gr/cm}^3$$

- Cálculo de absorción por método picnómetro

$$Abs = \frac{(K - J) * 100}{J} = X \%$$

Tabla 16

Resultado sobre el peso específico y absorción

Agregado	Pe. específico (gr/cm ³)	Absorción (%)
Fino	2.58	4.33
Grueso	2.38	2.77

Se presenta los resultados relacionados con el peso específico y la absorción de los agregados utilizados en un estudio de materiales. Se detallan dos tipos de agregados: fino y grueso. El agregado fino tiene un peso específico de 2.58 gr/cm³ y una absorción del 4.33%, mientras que el agregado grueso muestra un peso específico de 2.38 gr/cm³ y una absorción del 2.77%.

c. Pesos unitarios sueltos y compactado

Tabla 17

Peso unitario (suelto)

PESO UNITARIO (SUELTO)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
Peso del molde(gr)	5975	5975	5975	7923	7923	7923
Volum.del molde(cm3)	2066	2066	2066	3085	3085	3085
Ocupación de muestra a molde	CAIDA LIBRE					
Peso del molde + muestra suelta(gr)	9125.00	9132.00	9136.00	12456.00	12435.00	12442.00
P. de muestra suelta(gr)	3150.00	3157.00	3161.00	4533.00	4512.00	4519.00
Densidad minúscula de la muestra seca(gr/cm3)	1.525	1.528	1.530	1.469	1.462	1.465
Promedio(gr/cm3)	1.528			1.465		

El peso unitario suelto del agregado fino fue de 1.528 gr/cm³, mientras que el del agregado grueso registró 1.465 gr/cm³.

Tabla 18

Peso unitario (compactado)

Peso unitario (VARILLADO)						
	Agregado fino			Agregado grueso		
P. del molde(gr)	5975	5975	5975	7923	7923	7923
Volume. del molde(cm3)	2066	2066	2066	3085	3085	3085
Nº de capas.				3		
Nº de golpes por capa.				25		
P.del molde + muestra compactada(gr)	9517.00	9508.00	9510.00	12987.00	12998.00	12990.00
P. de la muestra compactada(gr)	3542.00	3533.00	3535.00	5064.00	5075.00	5067.00
Densidad máxima de la muestra seca(gr/cm3)	1.715	1.710	1.711	1.641	1.645	1.642
Promedio(gr/cm3)	1.712			1.643		

El peso unitario compacto del agregado fino fue de 1.712 gr/cm³, mientras que el del agregado grueso registró 1.643 gr/cm³.

d. Análisis granulométrico de agregado grueso y fino

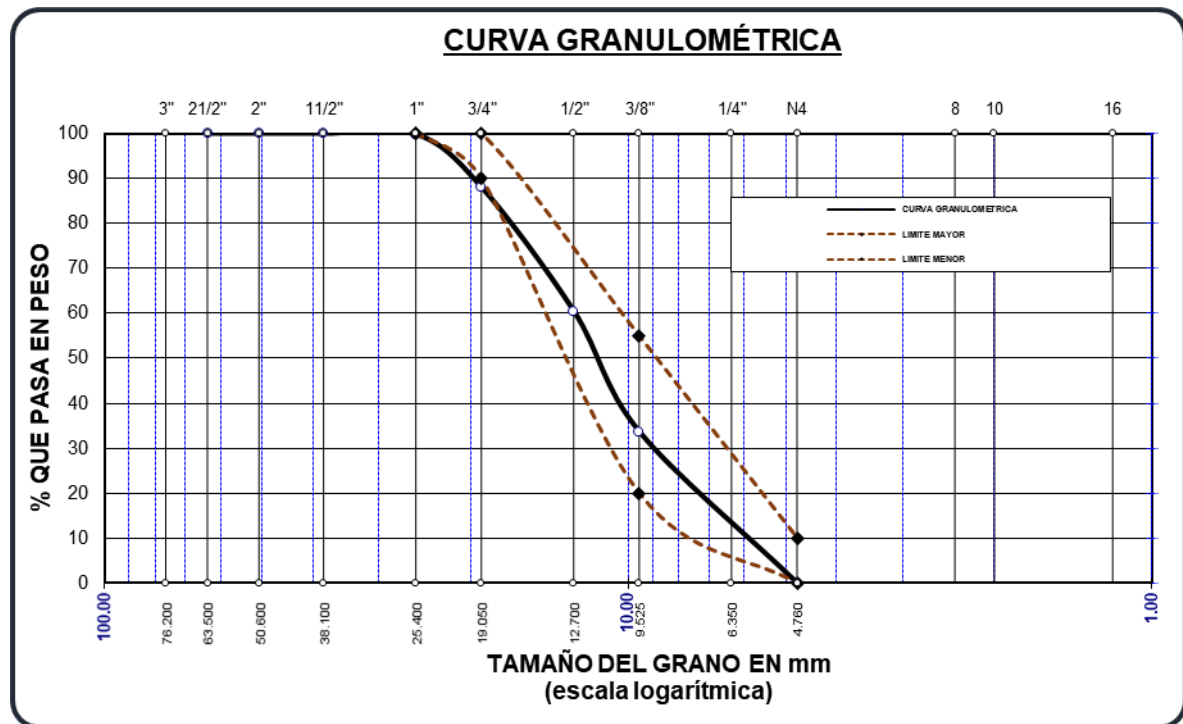
Tabla 19

Evaluación de la gradación granulométrica del agregado grueso

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	5.27	0.15	0.15	99.85
3/4"	412.42	11.78	11.93	88.07
1/2"	965.30	27.58	39.51	60.49
3/8"	938.40	26.81	66.33	33.67
1/4"	600.41	17.15	83.48	16.52
No4	578.20	16.52	100.00	0.00
BASE	0.0	0.00	0.00	100.0
TOTAL	3500	100.0		
% PERDIDA	0.0			

Figura 13

Evaluación de la gradación granulométrica del agregado grueso



Se muestra la granulometría del agregado grueso.

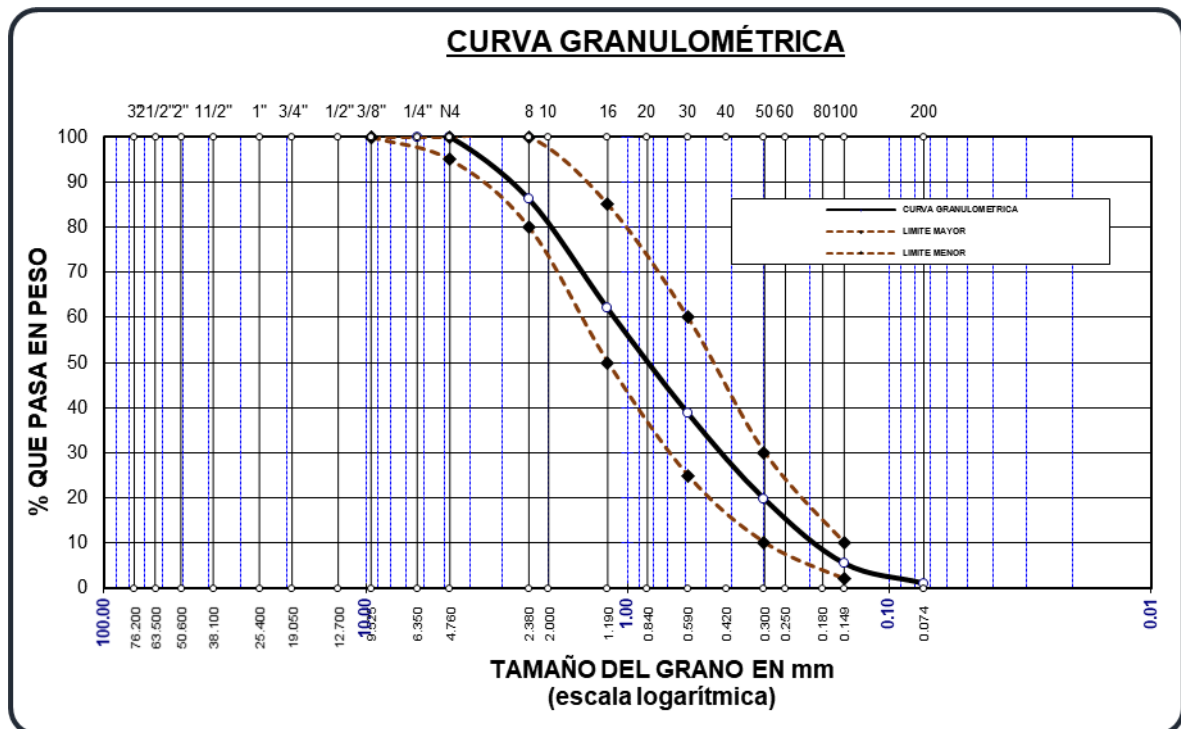
Tabla 20

Evaluación de la gradación granulométrica del agregado fino

TAMICES	ABERTURAS	PESO	%RETENIDOS	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIALES	ACUMULADO	PASA
No4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
No8	2.38	68.52	13.70	13.70	86.30
No16	1.190	121.30	24.26	37.96	62.04
No30	0.590	115.60	23.12	61.08	38.92
No 50	0.300	95.70	19.14	80.22	19.78
No100	0.149	71.20	14.24	94.46	5.54
No200	0.074	22.37	4.47	98.94	1.06
BASE		5.31	1.06	100.00	00
TOTAL		500.00	100.00		
% PERDIDA		1.06			

Figura 14

Evaluación de la gradación granulométrica del agregado fino



Se muestra la granulometría del agregado fino.



DISEÑO DE MEZCLA

a. Determinamos la resistencia promedio

$$f'_{cr} = 350 + 98 = 448 \text{ kg/cm}^2$$

Slump de 3" a 4" y TMN de 3/4":

$$\text{Agua} = 205; \text{Aire} = 2.00\%$$

b. Agua/cemento

$$a/c = 0.38$$

c. Factor de cemento:

$$a = 205.00$$

$$a/c = 0.38$$

$$205 / c = 0.38$$

$$c = 536.00 \text{ kg/m}^3$$

d. Agregado grueso mediante el módulo de fineza:

$$3.00 \dots 0.6$$

$$2.87 \dots b/b_0$$

$$2.80 \dots 0.620$$

$$b/b_0 = 0.613$$

$$P_{AG} = b/b_0 \times PUC$$

$$P_{AG} = 0.613 \times 1643$$

$$P_{AG} = 1007 \text{ kg/m}^3$$

e. Volúmenes absolutos:



V. de agua	= (205) / (1000) = 0.205
V. cemento	= (537.00) / (3.200*1000.00) = 0.168
V. de agregado grueso	= (1007) / (2.38*1000) = 0.423
V. de aire incorporado	= (2) / (100) = 0.02
V. sub total	= 0.816

f. Cálculo de volumen del agregado fino (V_{AF})

$$V_{AF} = 1.00 - 0.816$$

$$V_{AF} = 0.184 \text{ m}^3$$

Entonces el peso del agregado fino (P_{AF}) será:

$$P_{AF} = 0.184 * \text{peso específico}$$

$$P_{AF} = 0.184 * (2.58 * 1000)$$

$$P_{AF} = 475 \text{ kg/m}^3$$

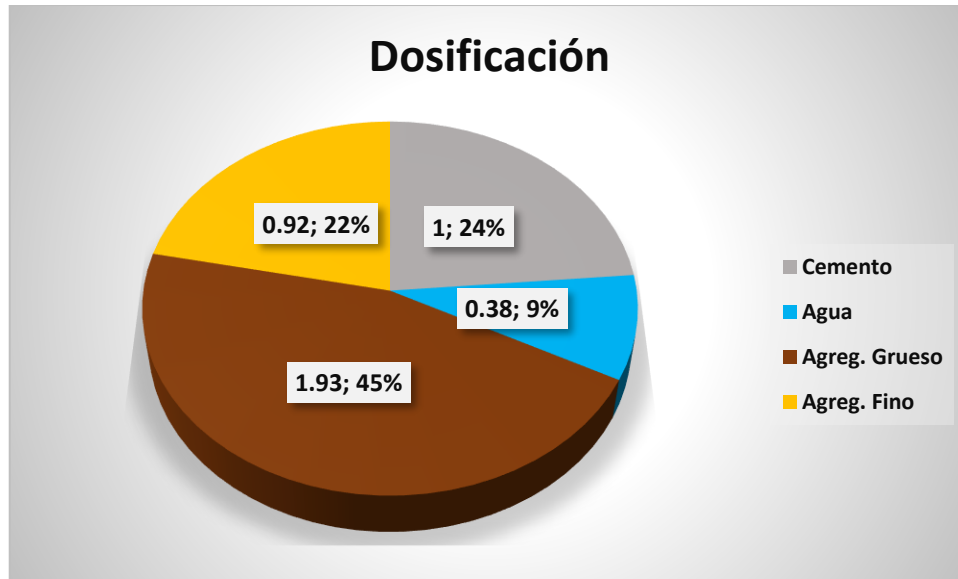
Tabla 21

Dosificación de materiales para concreto

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN	PROPORCIÓN EN
	PESO HÚMEDO	VOLUMEN
	(Kg/m ³)	PESO HÚMEDO
Cemento	537	1.00
Agua	205	0.38
Agreg. Grueso	1036	1.93
Agreg. Fino	494	0.92
Aire	2.0 %	

Figura 15

Proporciones



Es notable que el agregado grueso constituye una proporción más elevada en las mezclas de concreto observadas.

4.1.3 Resistencia a compresión y flexión del concreto con fibra de carbono

a) Rotura a compresión

- ❖ Rotura a compresión a los 7 días

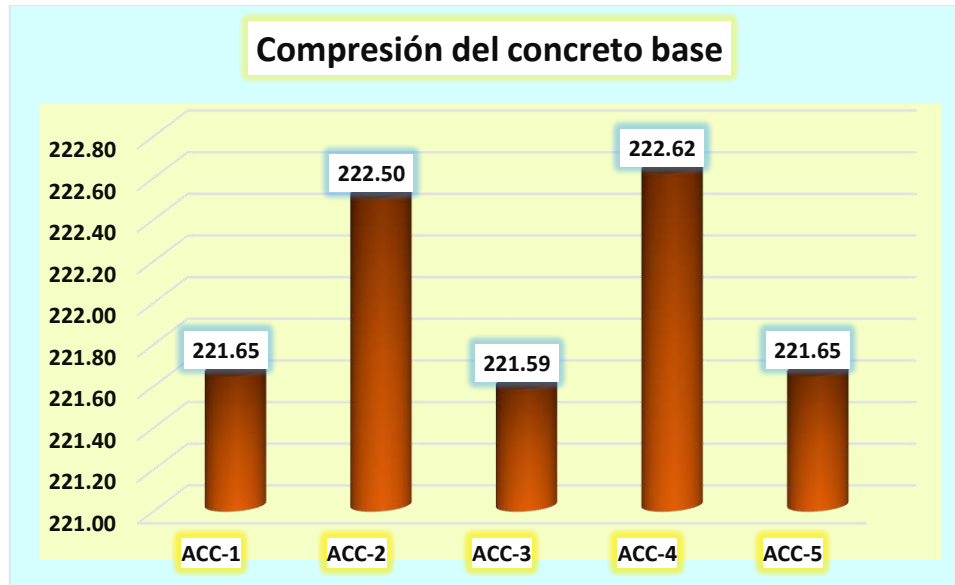
Tabla 22

Compresión simple del concreto base

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		39221	221.65	7 días
ACC-2		39215	222.50	
ACC-3	350 kg/cm ²	39210	221.59	
ACC-4		39236	222.62	
ACC-5		39221	221.65	
Promedio			222.00	

Figura 16

Compresión simple del concreto base



Se observan los resultados de pruebas de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto base a los 7 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 222.00 kg/cm².

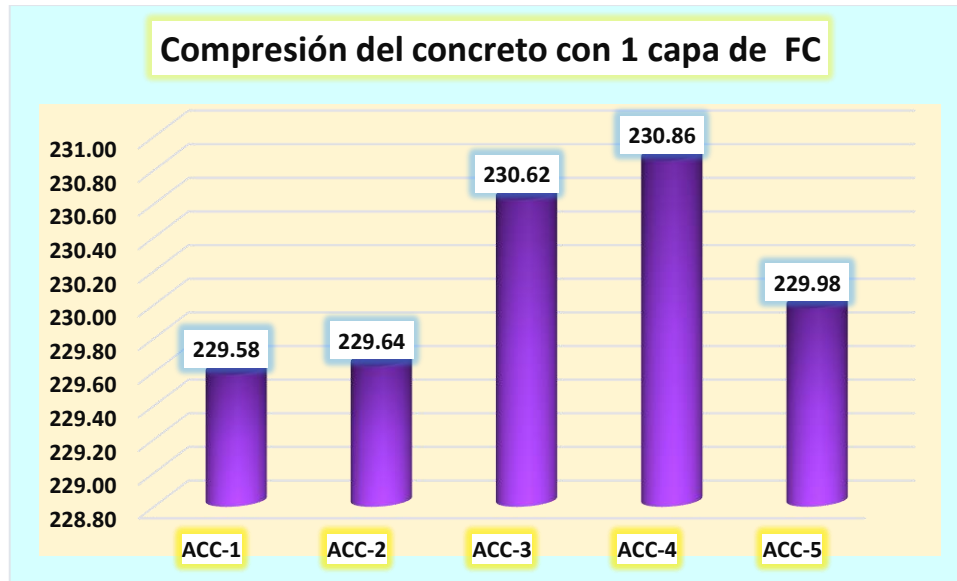
Tabla 23

Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		40625	229.58	7 días
ACC-2		40634	229.64	
ACC-3	350 kg/cm ²	40646	230.62	
ACC-4		40687	230.86	
ACC-5		40695	229.98	
Promedio			230.14	

Figura 17

Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 1 capa de fibra de carbono a los 7 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 230.14 kg/cm².

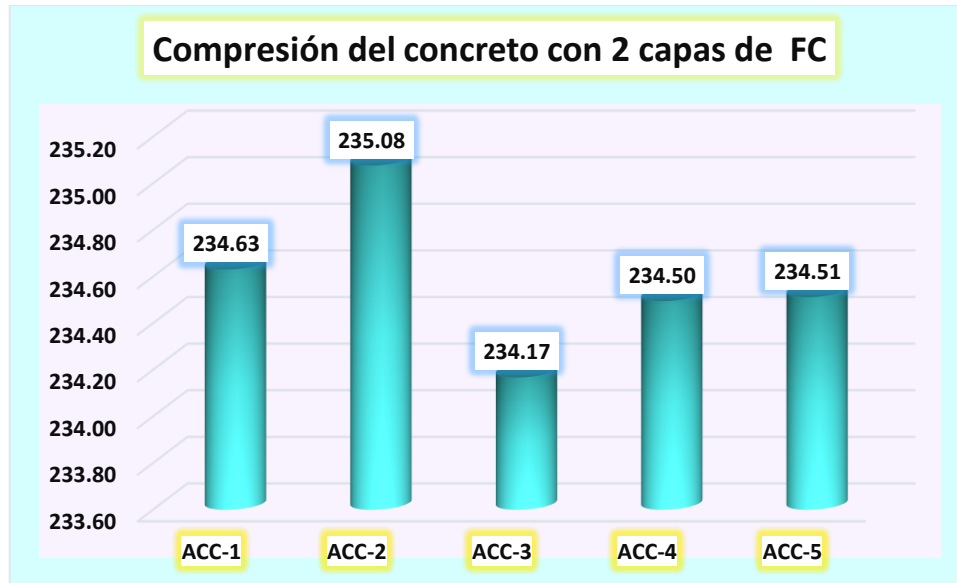
Tabla 24

Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		41518	234.63	
ACC-2		41597	235.08	
ACC-3	350 kg/cm ²	41436	234.17	7 días
ACC-4		41494	234.50	
ACC-5		41497	234.51	
Promedio			234.58	

Figura 18

Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 2 capas de fibra de carbono a los 7 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 234.58 kg/cm².

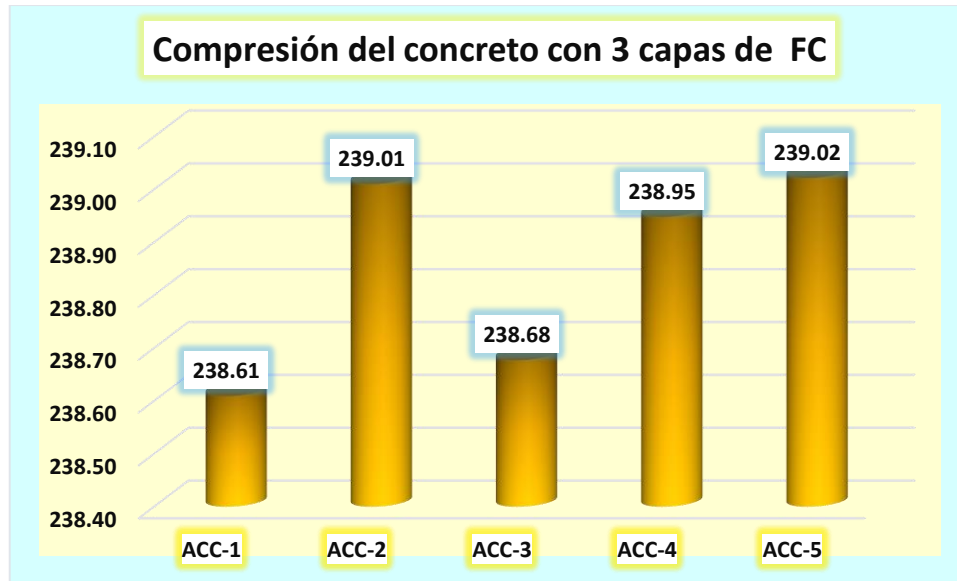
Tabla 25

Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		42222	238.61	7 días
ACC-2		42293	239.01	
ACC-3	350 kg/cm ²	42234	238.68	
ACC-4		42282	238.95	
ACC-5		42295	239.02	
Promedio			238.85	

Figura 19

Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 3 capas de fibra de carbono a los 7 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 238.85 kg/cm².

❖ **Rotura a compresión a los 14 días**

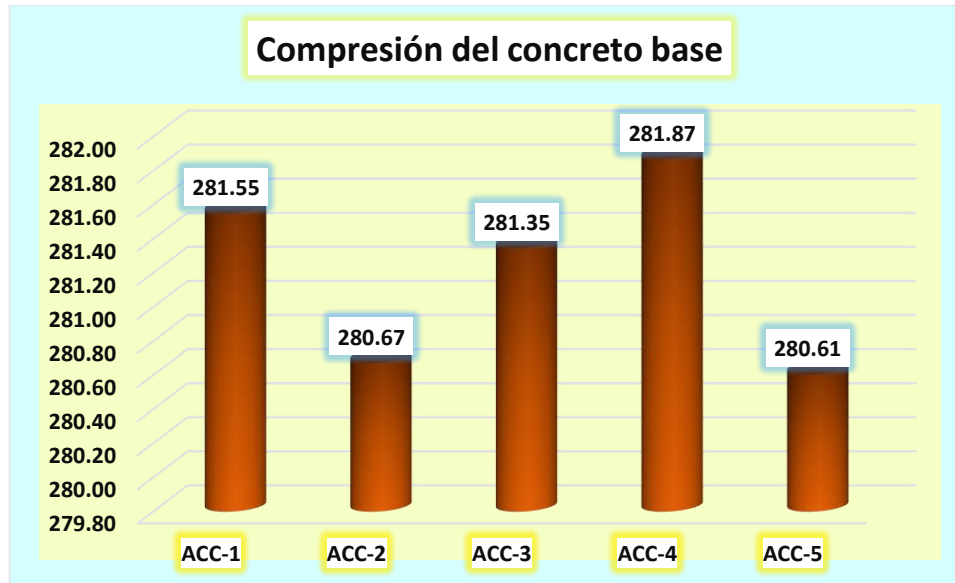
Tabla 26

Compresión simple del concreto base

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		49688	281.55	14 días
ACC-2		49599	280.67	
ACC-3	350 kg/cm ²	49652	281.35	
ACC-4		49678	281.87	
ACC-5		49587	280.61	
Promedio			281.21	

Figura 20

Compresión simple del concreto base



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto base a los 14 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 281.21 kg/cm².

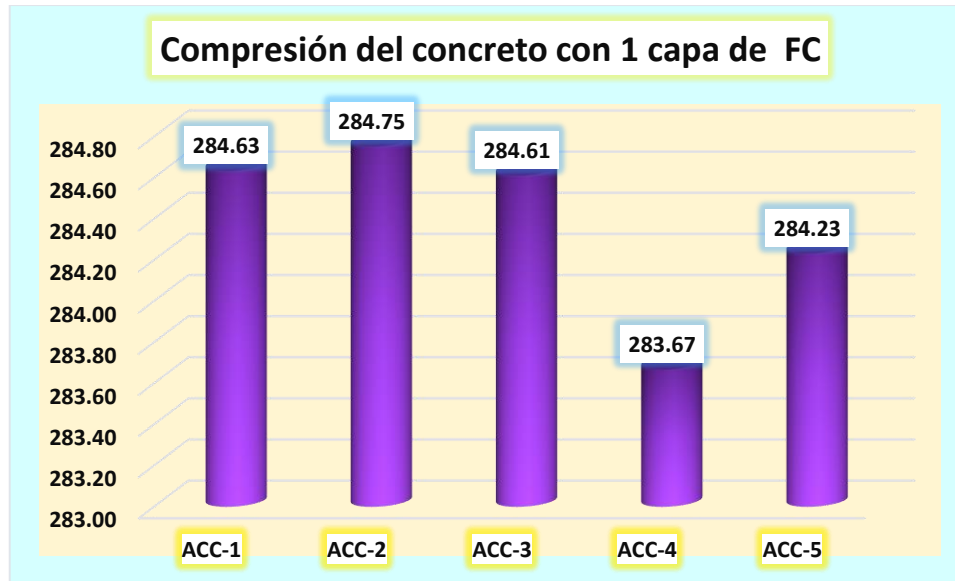
Tabla 27

Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		50366	284.63	14 días
ACC-2		50387	284.75	
ACC-3	350 kg/cm ²	50362	284.61	
ACC-4		50195	283.67	
ACC-5		50295	284.23	
Promedio			284.38	

Figura 21

Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 1 capa de fibra de carbono a los 14 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 284.38 kg/cm².

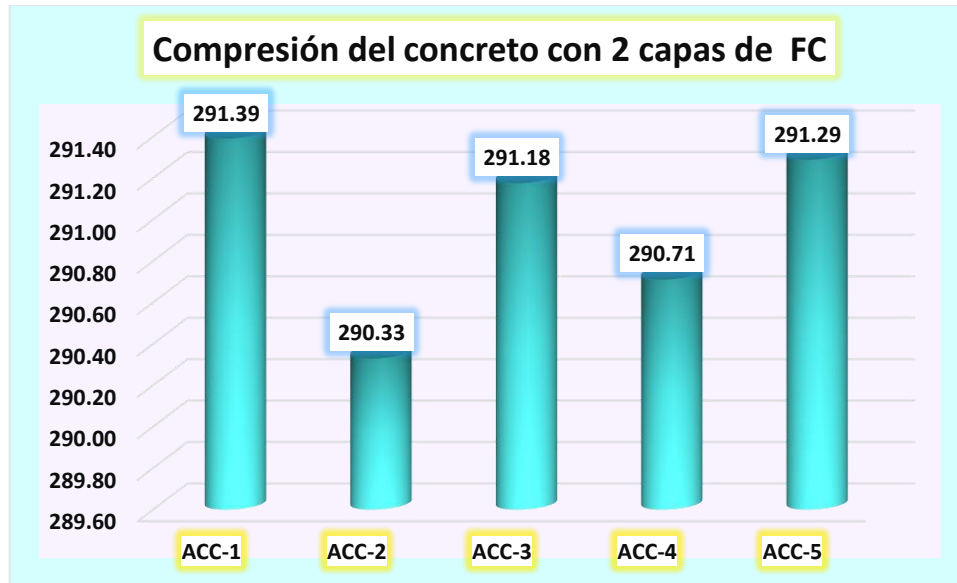
Tabla 28

Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		51356	291.39	
ACC-2		51374	290.33	
ACC-3	350 kg/cm ²	51318	291.18	14 días
ACC-4		51236	290.71	
ACC-5		51338	291.29	
Promedio			290.98	

Figura 22

Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 2 capas de fibra de carbono a los 14 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 290.98 kg/cm².

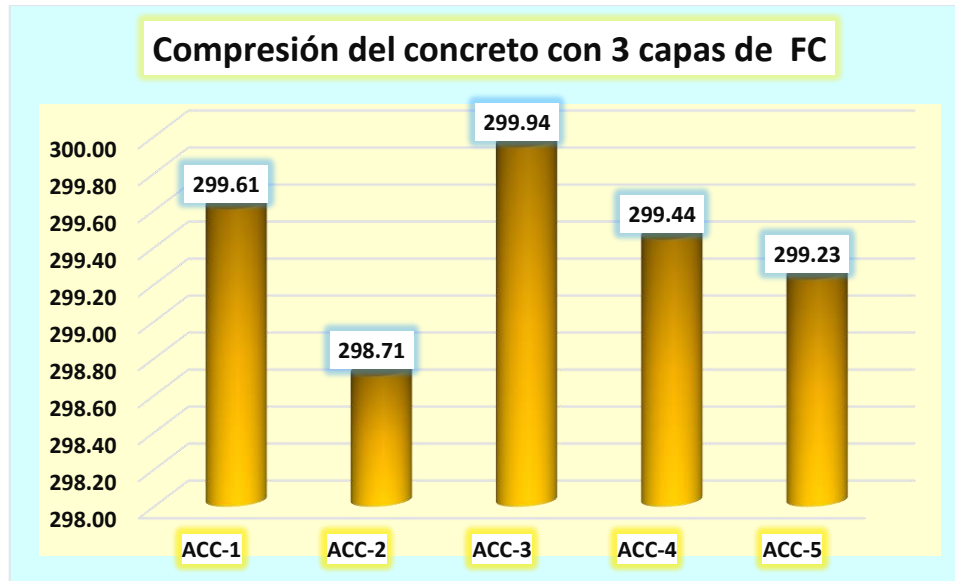
Tabla 29

Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		52804	299.61	14 días
ACC-2		52856	298.71	
ACC-3	350 kg/cm ²	52863	299.94	
ACC-4		52775	299.44	
ACC-5		52737	299.23	
Promedio			299.39	

Figura 23

Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 3 capas de fibra de carbono a los 14 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 299.39 kg/cm².

❖ **Rotura a compresión a los 28 días**

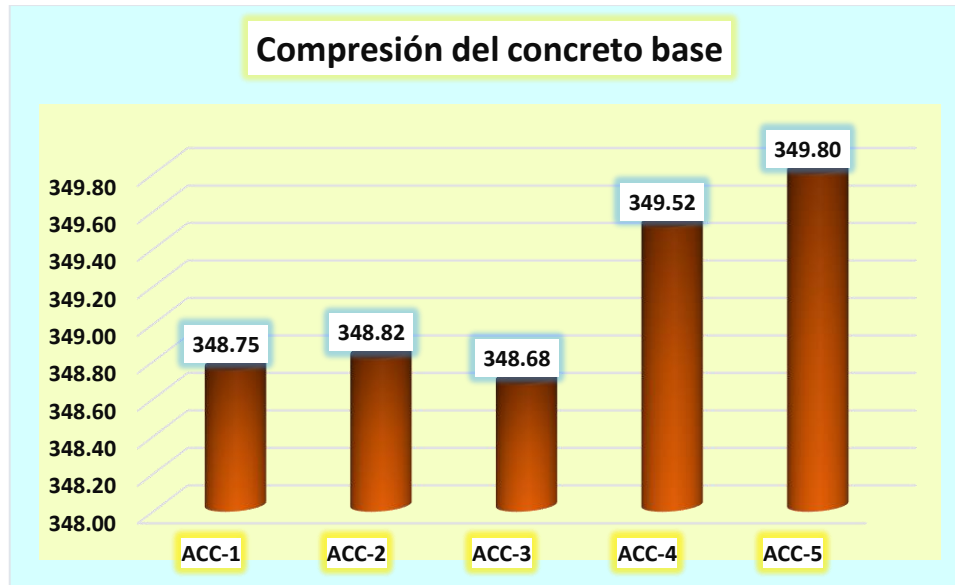
Tabla 30

Compresión simple del concreto base

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		61712	348.75	28 días
ACC-2		61723	348.82	
ACC-3	350 kg/cm ²	61699	348.68	
ACC-4		61600	349.52	
ACC-5		61650	349.80	
Promedio			349.11	

Figura 24

Compresión simple del concreto base



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto base a los 28 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 349.11 kg/cm².

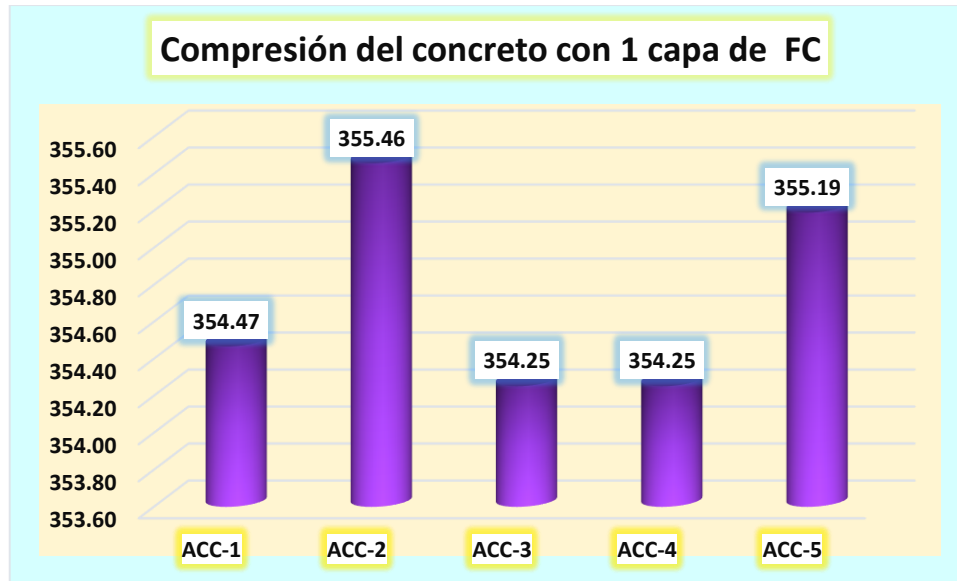
Tabla 31

Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		62723	354.47	28 días
ACC-2		62647	355.46	
ACC-3	350 kg/cm ²	62685	354.25	
ACC-4		62685	354.25	
ACC-5		62851	355.19	
Promedio			354.72	

Figura 25

Compresión simple del concreto con 1 capa de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 1 capa de fibra de carbono a los 28 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 354.72 kg/cm².

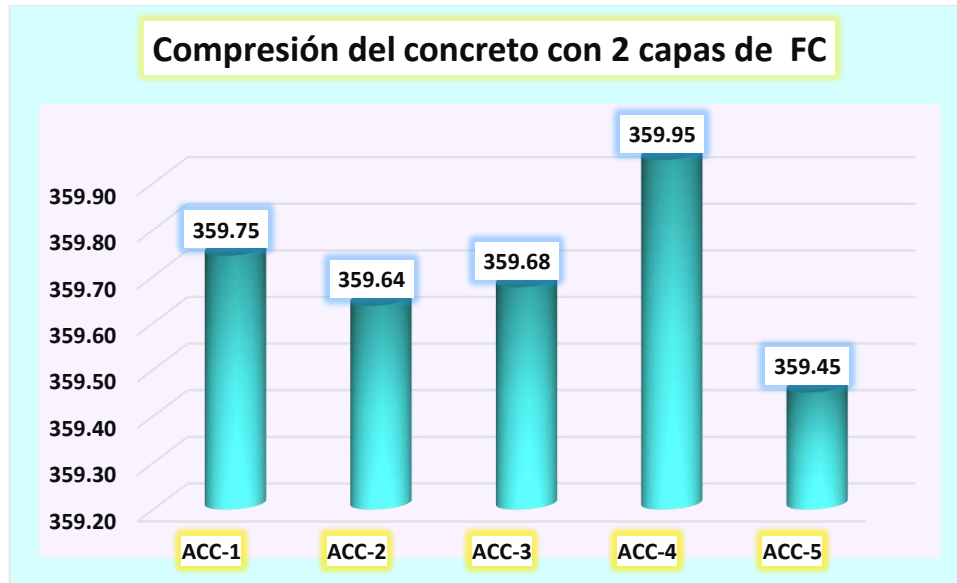
Tabla 32

Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm ²	Edad
ACC-1		63657	359.75	28 días
ACC-2		63638	359.64	
ACC-3	350 kg/cm ²	63645	359.68	
ACC-4		63439	359.95	
ACC-5		63605	359.45	
Promedio			359.69	

Figura 26

Compresión simple del concreto con 2 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 2 capas de fibra de carbono a los 28 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 359.69 kg/cm².

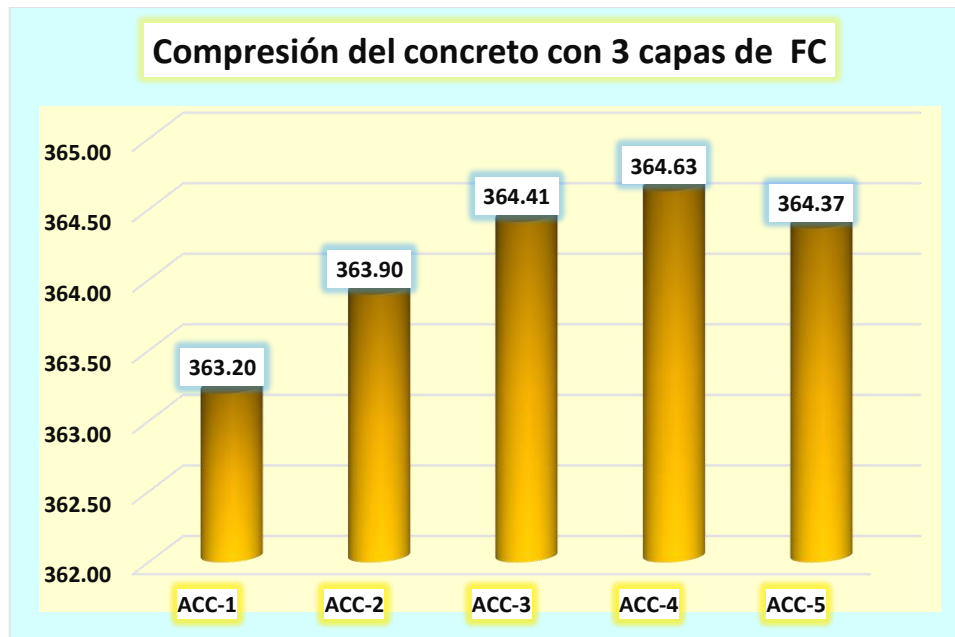
Tabla 33

Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono

Muestra	Diseño	Carga aplicada - kg	Rotura kg/cm2	Edad
ACC-1		64268	363.20	28 días
ACC-2		64392	363.90	
ACC-3	350 kg/cm2	64483	364.41	
ACC-4		64264	364.63	
ACC-5		64475	364.37	
Promedio			364.10	

Figura 27

Compresión simple del concreto con 3 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis de compresión simple realizadas sobre muestras de concreto con 3 capas de fibra de carbono a los 28 días, especificadas para un diseño de 350 kg/cm². Se detallan cinco muestras, etiquetadas de ACC-1 a ACC-5. El promedio de resistencia de rotura calculado para todas las muestras es de 364.10 kg/cm².

❖ **Comparación de resistencias**

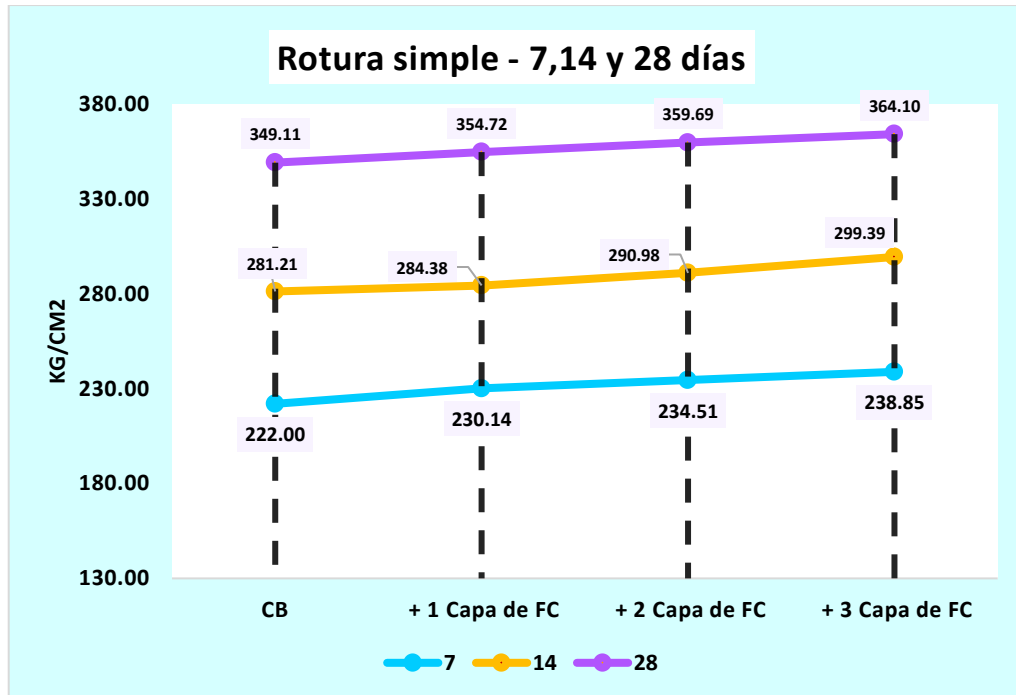
Tabla 34

Comparación de resistencias

Muestra	Rotura a compresión		
	7	14	28
CB	222.00	281.21	349.11
+ 1 Capa de FC	230.14	284.38	354.72
+ 2 Capa de FC	234.51	290.98	359.69
+ 3 Capa de FC	238.85	299.39	364.10

Figura 28

Comparación de resistencias



Se muestra una comparación de las resistencias a la rotura por compresión de diferentes muestras de concreto a distintos intervalos de tiempo: 7, 14 y 28 días. La muestra base (CB) muestra una evolución de resistencia desde 222.00 kg/cm² a los 7 días, hasta 349.11 kg/cm² a los 28 días. Se observa un incremento en la resistencia con la adición de capas de fibra de carbono (FC): CB + 1 Capa de FC: Comienza con una resistencia de 230.14 kg/cm² a los 7 días y alcanza los 354.72 kg/cm² a los 28 días. CB + 2 Capas de FC: Inicia con 234.51 kg/cm² a los 7 días, aumentando a 359.69 kg/cm² a los 28 días. CB + 3 Capas de FC: Parte de 238.85 kg/cm² a los 7 días, y sube a 364.10 kg/cm² a los 28 días. Estos resultados indican que el incremento en la cantidad de capas de fibra de carbono mejora consistentemente la resistencia del concreto a lo largo del tiempo, destacando la efectividad del refuerzo proporcionado por las capas de FC.

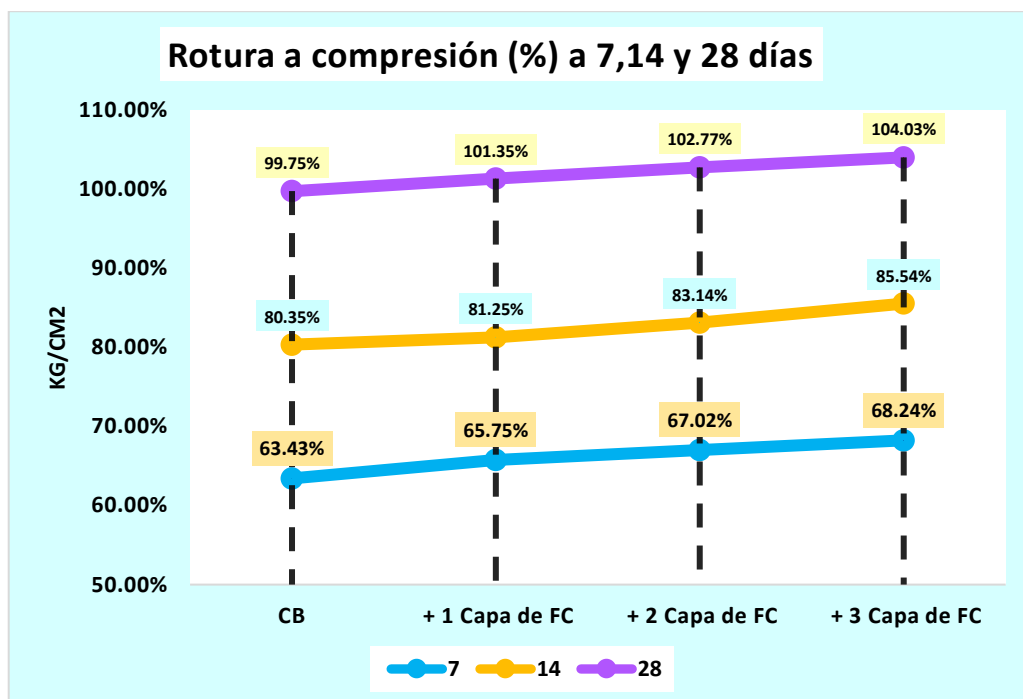
Tabla 35

Comparación de resistencias en porcentajes

Rotura a compresión			
Muestra	7	14	28
CB	63.43%	80.35%	99.75%
+ 1 Capa de FC	65.75%	81.25%	101.35%
+ 2 Capa de FC	67.02%	83.14%	102.77%
+ 3 Capa de FC	68.24%	85.54%	104.03%

Figura 29

Comparación de resistencias en porcentajes



Los resultados revelan que las capas de carbono aplicadas mediante encamisado proporcionan resistencias superiores en comparación con el concreto base.

b) Rotura a flexión

❖ Rotura a flexión a los 7 días

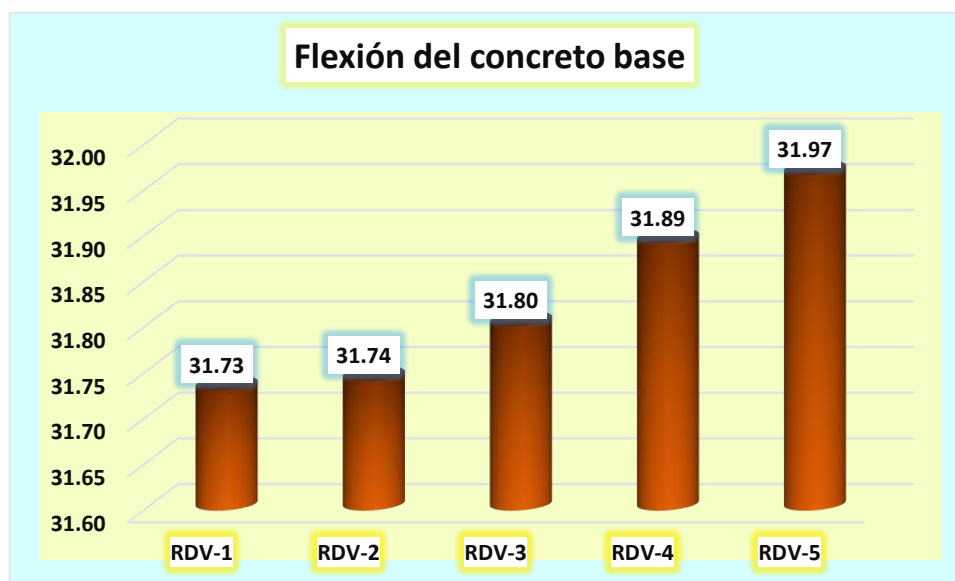
Tabla 36

Falla a flexión del concreto base

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	2134.72	31.73	7 días
RDV-2	2142.56	31.74	
RDV-3	2146.62	31.80	
RDV-4	2152.73	31.89	
RDV-5	2150.58	31.97	
Promedio		31.83	

Figura 30

Falla a flexión del concreto base



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto base a los 7 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 31.83 kg/cm².

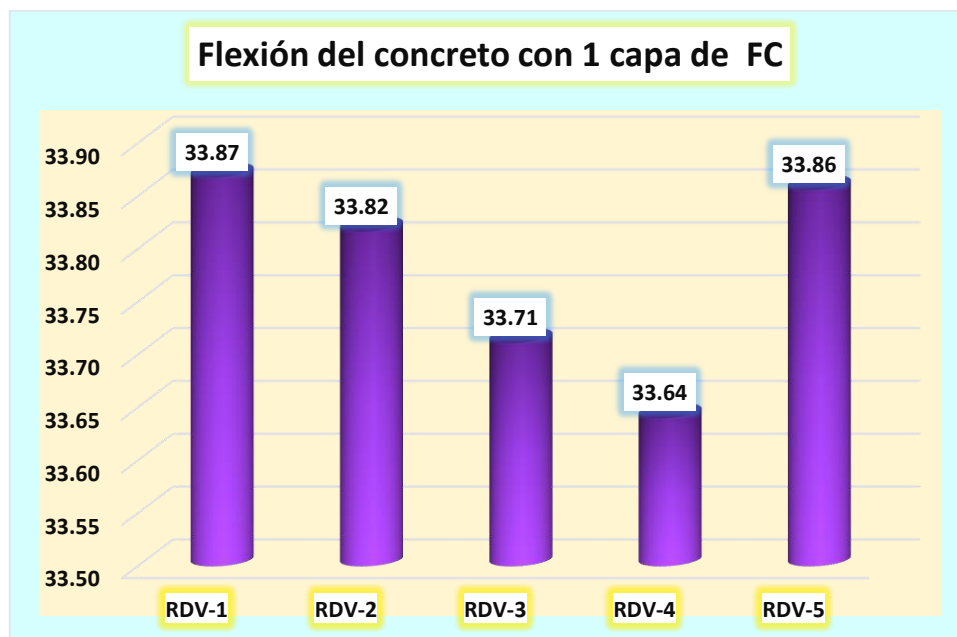
Tabla 37

Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	2278.46	33.87	7 días
RDV-2	2282.63	33.82	
RDV-3	2275.52	33.71	
RDV-4	2270.72	33.64	
RDV-5	2277.67	33.86	
Promedio		33.78	

Figura 31

Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 1 capa de fibra de carbono a los 7 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 33.78 kg/cm².

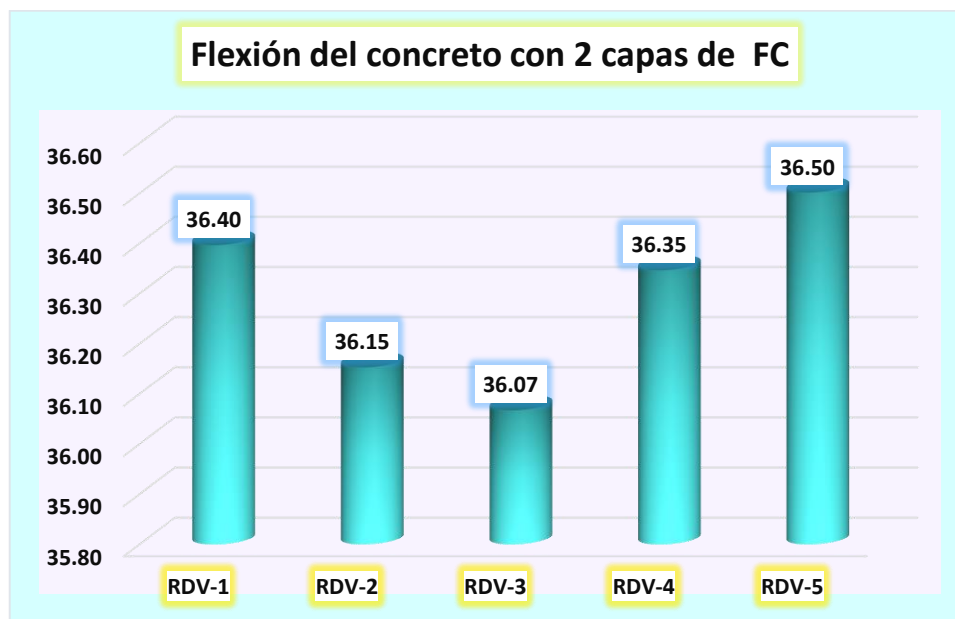
Tabla 38

Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	2448.62	36.40	7 días
RDV-2	2440.34	36.15	
RDV-3	2434.57	36.07	
RDV-4	2453.42	36.35	
RDV-5	2455.68	36.50	
Promedio		36.29	

Figura 32

Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 2 capas de fibra de carbono a los 7 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 36.29 kg/cm².

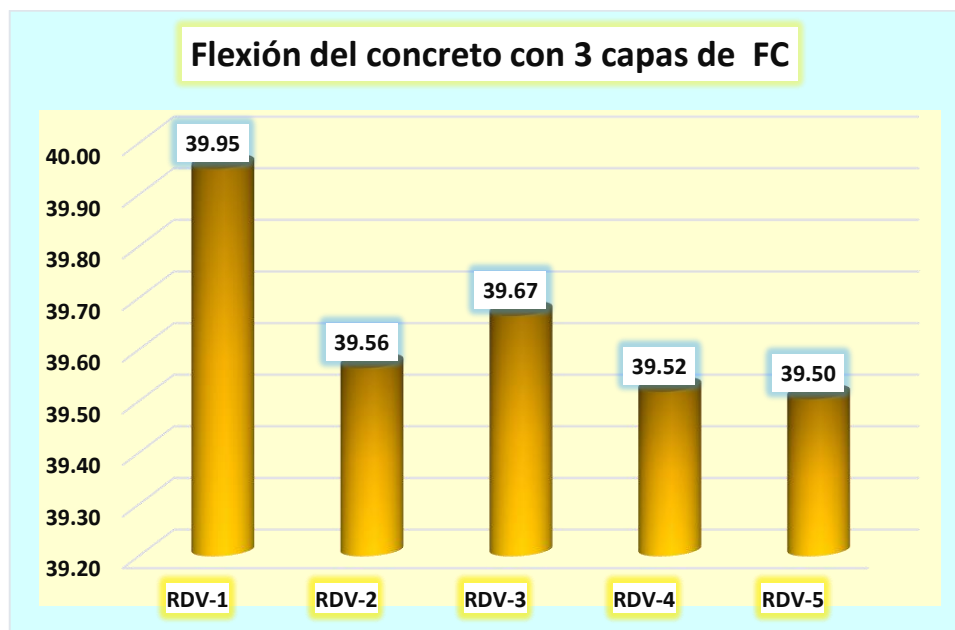
Tabla 39

Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	2687.68	39.95	7 días
RDV-2	2670.62	39.56	
RDV-3	2677.44	39.67	
RDV-4	2667.52	39.52	
RDV-5	2657.67	39.50	
Promedio		39.64	

Figura 33

Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 3 capas de fibra de carbono a los 7 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 39.64 kg/cm².

❖ Rotura a flexión a los 14 días

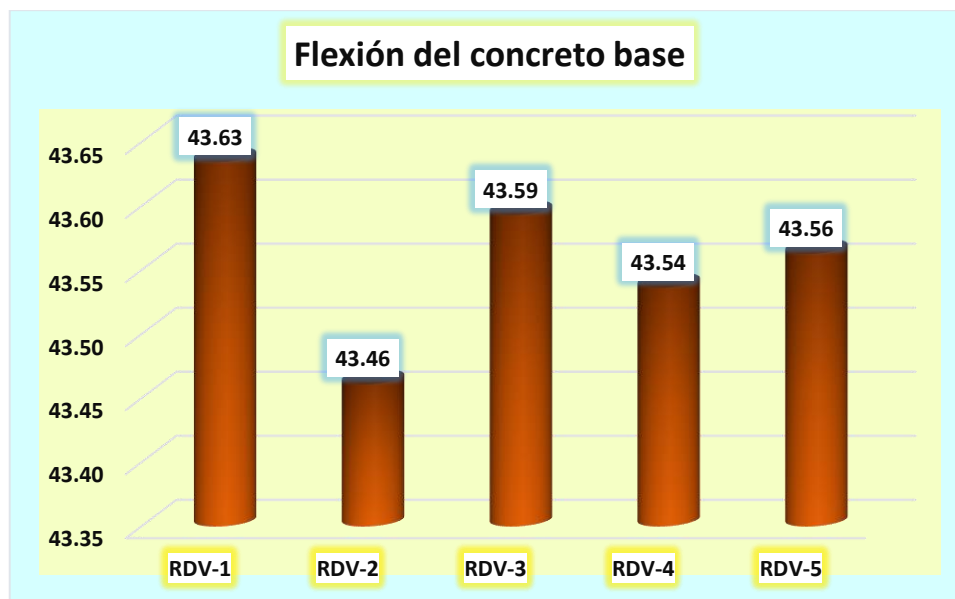
Tabla 40

Falla a flexión del concreto base

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	2935.52	43.63	14 días
RDV-2	2933.62	43.46	
RDV-3	2942.54	43.59	
RDV-4	2938.71	43.54	
RDV-5	2940.49	43.56	
Promedio		43.56	

Figura 34

Falla a flexión del concreto base



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto base a los 14 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 43.56 kg/cm².

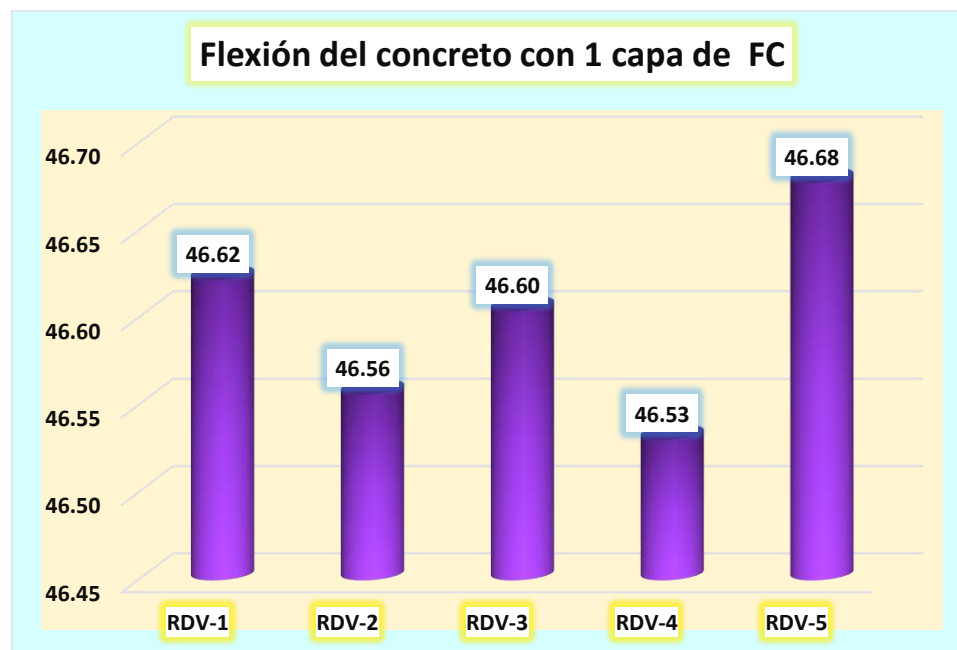
Tabla 41

Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	3136.48	46.62	14 días
RDV-2	3142.56	46.56	
RDV-3	3145.78	46.60	
RDV-4	3140.81	46.53	
RDV-5	3150.74	46.68	
Promedio		46.60	

Figura 35

Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexiónre alizadas sobre muestras de concreto con 1 capa de fibra de carbono a los 14 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 46.60 kg/cm².

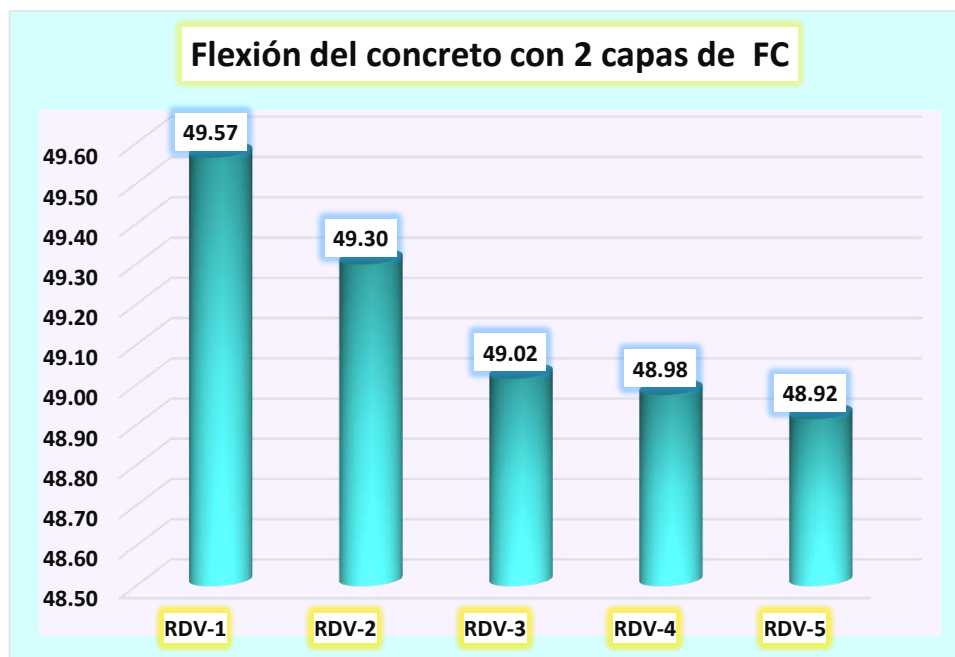
Tabla 42

Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	3334.54	49.57	14 días
RDV-2	3327.78	49.30	
RDV-3	3308.62	49.02	
RDV-4	3305.91	48.98	
RDV-5	3301.84	48.92	
Promedio		49.16	

Figura 36

Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 2 capas de fibra de carbono a los 14 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 49.16 kg/cm².

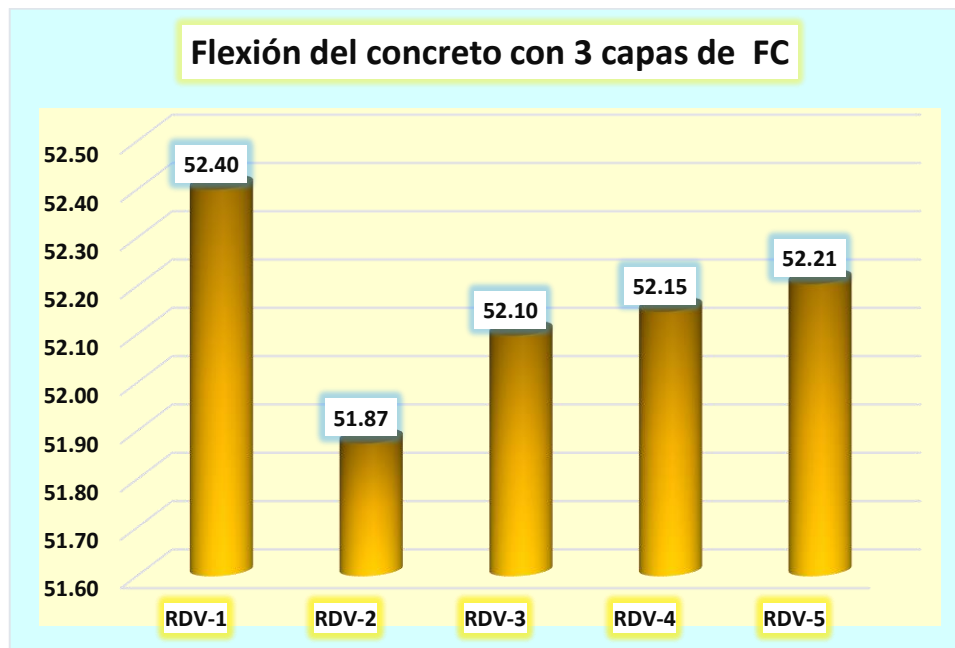
Tabla 43

Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	3525.24	52.40	14 días
RDV-2	3501.56	51.87	
RDV-3	3516.62	52.10	
RDV-4	3519.95	52.15	
RDV-5	3523.84	52.21	
Promedio		52.15	

Figura 37

Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 3 capas de fibra de carbono a los 14 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 52.15 kg/cm².

❖ Rotura a flexión a los 28 días

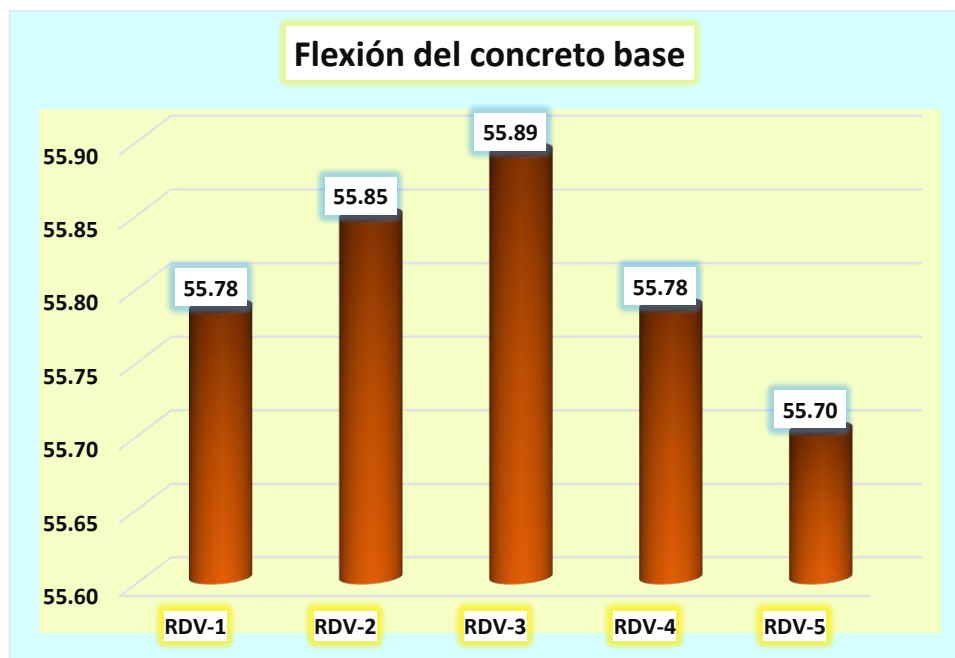
Tabla 44

Falla a flexión del concreto base

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	3752.87	55.78	28 días
RDV-2	3769.62	55.85	
RDV-3	3772.58	55.89	
RDV-4	3765.47	55.78	
RDV-5	3759.81	55.70	
Promedio		55.80	

Figura 38

Falla a flexión del concreto base



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto base a los 28 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 55.80 kg/cm².

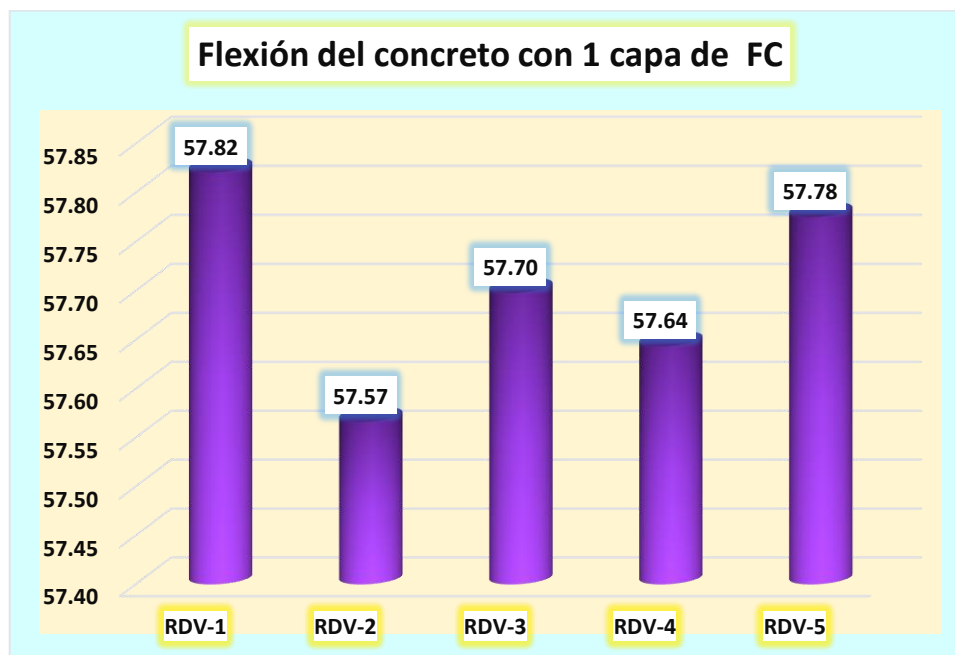
Tabla 45

Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	3889.89	57.82	28 días
RDV-2	3885.72	57.57	
RDV-3	3894.61	57.70	
RDV-4	3890.94	57.64	
RDV-5	3899.83	57.78	
Promedio		57.70	

Figura 39

Falla a flexión del concreto con 1 capa de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 1 capa de fibra de carbono a los 28 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 57.70 kg/cm².

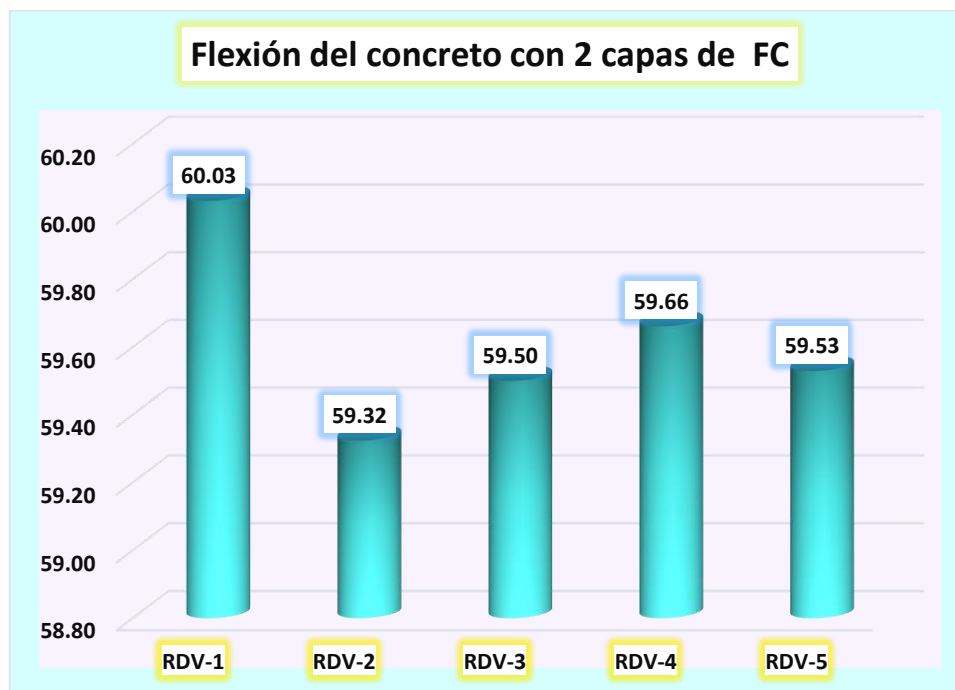
Tabla 46

Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	4038.64	60.03	28 días
RDV-2	4004.37	59.32	
RDV-3	4016.27	59.50	
RDV-4	4027.16	59.66	
RDV-5	4018.22	59.53	
Promedio		59.61	

Figura 40

Falla a flexión del concreto con 2 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 2 capas de fibra de carbono a los 28 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 59.61 kg/cm².

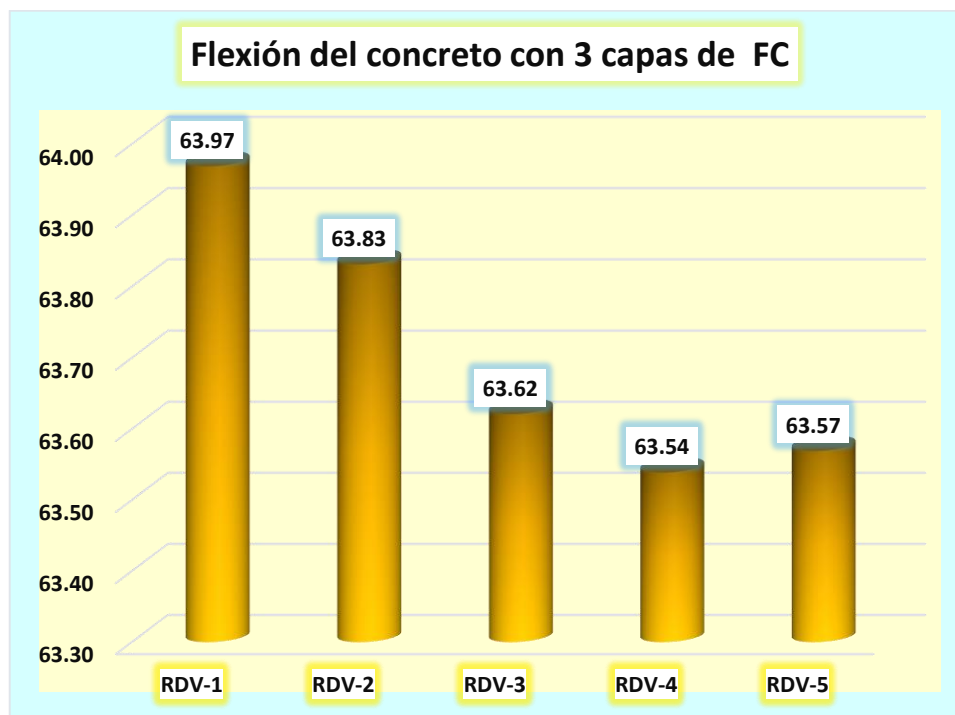
Tabla 47

Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono

Muestra	Lectura del dial - kg	Rotura a flexión kg/cm ²	Edad
RDV-1	4303.51	63.97	28 días
RDV-2	4308.62	63.83	
RDV-3	4294.42	63.62	
RDV-4	4288.87	63.54	
RDV-5	4290.92	63.57	
Promedio		63.71	

Figura 41

Falla a flexión del concreto con 3 capas de fibra de carbono



Se evalúan los hallazgos de los análisis deflexión realizadas sobre muestras de concreto con 3 capas de fibra de carbono a los 28 días. Donde se detallan cinco muestras, etiquetadas de RDV-1 a RDV-5. El promedio de resistencia de rotura a flexión calculado para todas las muestras es de 63.71 kg/cm².

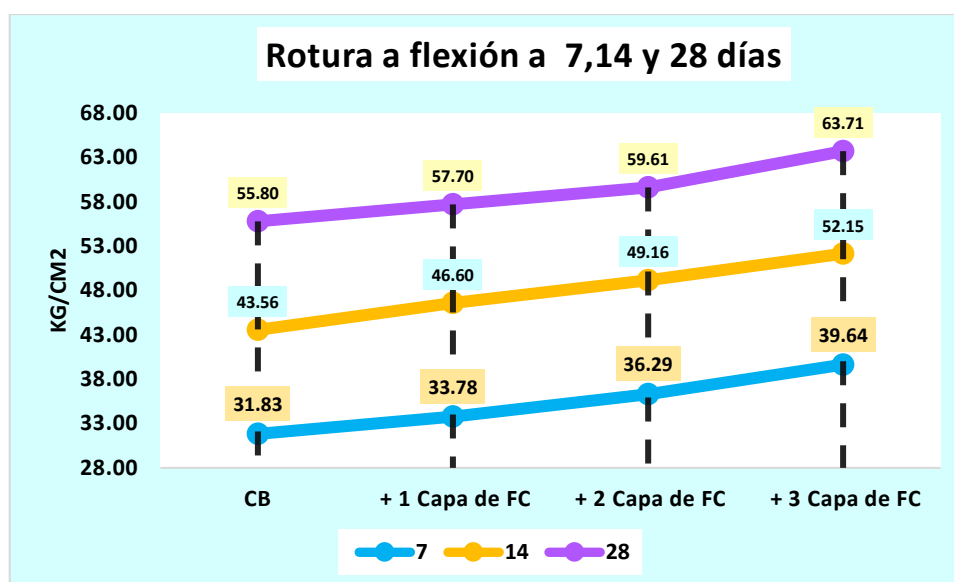
❖ Comparación de resistencias a flexión

Tabla 48

Comparación de resistencias

Muestra	Rotura a flexión		
	7	14	28
CB	31.83	43.56	55.80
+ 1 Capa de FC	33.78	46.60	57.70
+ 2 Capa de FC	36.29	49.16	59.61
+ 3 Capa de FC	39.64	52.15	63.71

Figura 42

Comparación de resistencias

Se ilustra la comparación de las resistencias a la rotura por flexión de distintas muestras. La muestra base (CB) muestra una progresión en la resistencia que comienza en 31.83 kg/cm² a los 7 días y llega a 55.80 kg/cm² a los 28 días. Con la adición de capas de fibra de carbono (FC), se observa un incremento en la resistencia: CB + 1 Capa de FC: Inicia con una resistencia de 33.78 kg/cm² a los 7 días, incrementándose a 57.70 kg/cm² a los 28 días. CB + 2 Capas de FC: Comienza con 36.29 kg/cm² a los 7 días y alcanza los 59.61 kg/cm² a los 28 días. CB + 3 Capas de FC: Parte de 39.64 kg/cm² a los 7 días, elevándose a 63.71 kg/cm² a los 28 días. Estos datos muestran una mejora clara y sistemática en la

resistencia a la flexión con el incremento de capas de fibra de carbono, destacando la efectividad de este refuerzo en la mejora de propiedades del concreto.

4.2 Discusión de resultados

En el estudio de (Mamani, 2020), se utilizó fibra de carbono laminado para determinar su efecto en la resistencia a flexión del concreto. Los hallazgos demostraron que añadir un 9% de esta fibra al concreto estándar eleva notablemente su capacidad de resistir flexiones, siendo este el porcentaje más efectivo identificado. No obstante, la integración de fibra de carbono en el concreto en estado fresco no favoreció su manejabilidad, resultando incluso en una disminución de los asentamientos. Este fenómeno se explica por la constante cantidad de agua empleada en todas las mezclas y la sustitución del peso del cemento portland IP por fibra de carbono. Además, al incorporar un 5% y un 10% de fibra de carbono laminado al concreto con una resistencia característica $f'c=210$ kg/cm², se logró incrementar la resistencia a flexión en 13.96% y 21.77% respectivamente. Este incremento en la resistencia también trajo consigo una disminución en los costos de producción de 2.05% y 4.09% para las mezclas que incluyeron un 5% y un 10% de fibra, respectivamente.

En el estudio de (Olivera, 2022), se examinó el impacto del uso de fibra de carbono como técnica de refuerzo para vigas de concreto armado. Los hallazgos del estudio indicaron que la integración de una sola capa de fibra de carbono potencia de manera considerable las características mecánicas y físicas del concreto. Específicamente, esta aplicación incrementó la resistencia en un 8.53 % o 53.78 kg/cm², superando a la muestra de referencia, con mejoras observables en pruebas ejecutadas a los 7, 14, 21 y 28 días. El estudio también evaluó la influencia de incorporar dos capas de fibra de carbono. Esta metodología de doble refuerzo demostró un aumento en la resistencia del 15.9 % o 82.58



kg/cm² comparado con la muestra convencional, con resultados positivos en los mismos períodos de ensayo. Por último, la investigación profundizó en el efecto de aplicar dos capas de fibra de carbono bajo distintas condiciones de carga y tiempos de curado, resultando en un aumento destacable de la resistencia del 43.29 % o 133.41 kg/cm² en relación con la muestra original. Los beneficios consistentes y significativos en todas las pruebas, realizadas a los días 7, 14, 21 y 28, resaltan la capacidad de la fibra de carbono para reforzar y mejorar las propiedades estructurales del concreto armado en vigas.

En el estudio de (Arias & Quispe, 2023), se evaluó la aplicación de fibra de carbono para reforzar columnas. Los investigadores determinaron que este método proporciona una resistencia notablemente mayor, alcanzando 424 kg/cm², lo cual supera la efectividad de otros tipos de refuerzos, destacándose por su capacidad para fortalecer la integridad estructural de las viviendas. Se observó también que el uso de fibra de carbono reduce significativamente los tiempos de ejecución en comparación con el método convencional de concreto armado. Esta reducción permite que los residentes regresen antes a sus hogares, ofreciendo un claro beneficio en términos de menor disrupción y mayor conveniencia durante las reparaciones o refuerzos estructurales. Pese a estos beneficios, el análisis de costos presentado en el estudio indica una diferencia del 50% en favor del uso de concreto armado, siendo esta la opción más rentable. Sin embargo, a pesar del mayor costo inicial, la solución con fibra de carbono emerge como la alternativa óptima para el reforzamiento de columnas, dada su superioridad en rendimiento y eficiencia, así como la agilidad en su implementación, factores que pueden ser decisivos para el beneficio a largo plazo del propietario.

En nuestro estudio, se evaluó la resistencia de elementos estructurales como columnas y vigas mediante el uso de un esclerómetro. Los resultados mostraron que las



columnas tenían resistencias que variaban entre 325 kg/cm² y 332 kg/cm², mientras que las vigas presentaron resistencias entre 303 kg/cm² y 307 kg/cm². Basándonos en estos datos, se diseñaron estructuras de alta resistencia para soportar 350 kg/cm². La mezcla óptima para este diseño incluye proporciones de 1:0.38:1.93:0.92 de cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, respectivamente. Adicionalmente, se realizaron pruebas de rotura a compresión y a flexión en muestras reforzadas con diferentes capas de fibra de carbono. La muestra patrón sin refuerzo alcanzó una resistencia a la compresión de 349.11 kg/cm². Al añadir una capa de fibra de carbono, la resistencia aumentó a 354.72 kg/cm², con dos capas se elevó a 359.69 kg/cm², y con tres capas, la resistencia máxima registrada fue de 364.101 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la flexión, la muestra patrón mostró una resistencia de 55.80 kg/cm². Con una capa de fibra de carbono, la resistencia aumentó a 57.70 kg/cm², con dos capas ascendió a 59.61 kg/cm², y con tres capas se alcanzó una resistencia de 63.71 kg/cm². Estos resultados confirman que la incorporación de capas adicionales de fibra de carbono mejora significativamente tanto la resistencia a la compresión como a la flexión de los materiales estructurales analizados.



CONCLUSIONES

CG- Los resultados del estudio indican que las columnas y vigas presentaron variaciones en la resistencia a la compresión, con las columnas alcanzando valores entre 298 kg/cm² y 332 kg/cm², y las vigas entre 289 kg/cm² y 307 kg/cm², lo que sugiere la necesidad de ajustes en el diseño estructural para alcanzar la resistencia objetivo de 350 kg/cm². La mezcla óptima de concreto y la incorporación de fibra de carbono mejoraron notablemente las propiedades mecánicas del material, con incrementos en la resistencia a la compresión y a la flexión.

C1- Los resultados de las pruebas de rebote para evaluar la resistencia a la compresión de los elementos estructurales mostraron variaciones en los valores obtenidos. Las columnas registraron resistencias que oscilaron entre 298 kg/cm² y 332 kg/cm². En contraste, las vigas demostraron resistencias comprendidas entre 289 kg/cm² y 307 kg/cm².

C2- El diseño de los elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones se estableció con una resistencia objetivo de 350 kg/cm². Con esta especificación, las proporciones óptimas en la mezcla de concreto fueron de 1:0.38:1.93:0.92, correspondiendo a cemento, agua, agregado grueso y agregado fino, respectivamente.

C.3- La adición de fibra de carbono mejoró significativamente las propiedades mecánicas del concreto. En cuanto a la resistencia a compresión, la muestra patrón alcanzó una resistencia de 349.11 kg/cm². Al incorporar 1 capa de fibra de carbono, la resistencia aumentó a 354.72 kg/cm², con 2 capas se elevó a 359.69 kg/cm², y al añadir 3 capas, se registró una resistencia de 364.101 kg/cm². En términos de resistencia a la flexión, la muestra patrón presentó una resistencia de 55.80 kg/cm². Con la adición de 1 capa de fibra de carbono, la resistencia se incrementó a 57.70 kg/cm², con 2 capas subió a 59.61 kg/cm², y con 3 capas, la resistencia alcanzó los 63.71 kg/cm².



RECOMENDACIONES

R1- Para el ensayo con el esclerómetro, es crucial que la superficie sobre la que se va a golpear esté limpia y lisa.

R2- Para alcanzar un concreto de alta resistencia, es aconsejable explorar la inclusión de diferentes tipos de agregados y aditivos en la mezcla.

R3- Es altamente recomendable incorporar fibras de carbono en elementos estructurales, dado que estas tienden a aumentar la resistencia del concreto mediante el método de encamisado. Este proceso refuerza las estructuras, mejorando tanto la durabilidad como la capacidad de carga del concreto, lo que resulta esencial en construcciones que requieren de altos estándares de resistencia.



BIBLIOGRAFÍA

- Alegre Gago, G. (2017). Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9254>
- Angulo Mimbela, G. M., & Quichca Castellón, P. A. (2023). Aplicación de la metodología "strut & tie" para optimizar el diseño de concreto armado en cimentaciones de dos edificios mayores a 120 metros de altura en el Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673186>
- Avci, H., Hassanin, A., & Kilic, A. (2019). HIGH PERFORMANCE FIBERS: A REVIEW ON CURRENT STATE OF ART AND FUTURE CHALLENGES. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 27, 130-155.
<https://doi.org/10.31796/ogummf.537704>
- Briones, V. B., & Maximiliano, C. (2019). Estudio de la viga como elemento estructural de hormigón en relación al uso de la fibra de carbono y acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm² [bachelorThesis, Guayaquil: ULVR, 2019.].
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3437>
- Casablanca Chocari, J. A., & Vilchez Fernandez, D. Y. (2021). Diseño estructural empleando fibra de carbono para el mejoramiento de la sismoresistencia en edificación de 5 Niveles – Jicamarca 2021. Repositorio Institucional - UCV.
- Castro, C., & Martinez, H. (2023). Reforzamiento de vigas de hormigón armado (RC) con polímeros reforzados con fibra de carbono (CFRP) en sistemas de estructuras aporticadas con un tiempo de uso de 25 años en Lima-Perú.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670592>



- Castro Zavaleta, C. R. (2019). Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial Fullmarket en el 2019.
- Depaz Hidalgo, F. J., Bedón López, J. E., & Olaza Henostroza, C. H. (2021). Aplicación de fibra de carbono CFRP en el reforzamiento a flexión de vigas de experimentales de concreto armado en la ciudad de Huaraz. *Aporte Santiaguino*, 14(1), 52-65.
- Gaspar Lazaro, M., & Guerrero Yajahuanca, M. (2020). Análisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72417>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis [Text.Chapter]. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. 3Ciencias.
- Hernandez, F. (2023). Estudio de la capacidad, modo de falla y deflexiones de losas de concreto de diferentes espesores y cuantías de refuerzo CFRP.
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2717>
- Hilario Rojas, L. G. (2022). Reforzamiento con fibra de carbono en elementos estructurales de albañilería confinada en viviendas unifamiliares, Carabayllo 2022. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/132944>
- Hinostroza Astudillo, E. C., & Huisa Velásquez, Á. F. (2021). Reforzamiento Estructural de Columnas con Fibra de Carbono en Edificaciones Antiguas, Restaurante Central—Barranco. Universidad Ricardo Palma.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4958>



- Huaitalla Chate, J. (2023). Evaluación de las alternativas de reforzamiento estructural con fibras de carbono o encamisado de concreto armado mediante la comparativa resistencia y costo de las columnas del centro comercial A, en Lima Metropolitana.
- Mamani Flores, M. C. (2020). Influencia de la fibra de carbono laminado en la resistencia a flexión del concreto $F'_{C}=210$ kg/cm² en la ciudad de Juliaca. Universidad Peruana Unión. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3304>
- Moncayo Theurer, M. (2016). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. Revista Académica de la FI-UADY, 20, Revista Académica de la FI-UADY.
- Olivera Palomino, D. H. (2022). Uso de fibra de carbono como reforzamiento estructural en vigas de concreto armado. Universidad Continental.
- Reyes, E. (2022). Metodología de la Investigación Científica. Page Publishing Inc.
- Rojas Hurtado, W. A. (2023). Reforzamiento de una estructura por cambio de uso, utilizando como material la fibra de carbono (FRP). [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/34373>
- Vaca Uribe, S. G. (2015). Análisis de elementos estructurales que trabajan a flexión con fibras de carbono [bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/8211>



ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia influye en edificaciones en la ciudad de Puno?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones en la ciudad de Puno.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La aplicación de fibra de carbono en el reforzamiento de elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones en la ciudad de Puno, incrementará de manera considerable la resistencia.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>FIBRA DE CARBONO.</p> <p>Dimensiones: <i>Capas de fibra de carbono.</i></p> <p>Variable Dependiente</p> <p>REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA.</p> <p>Dimensiones: <i>Resistencia a compresión y flexión.</i></p>	<p>Báscula Electrónica, Plantilla de recopilación de datos.</p> <p>Equipos y herramientas de laboratorio.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es la resistencia a compresión actual mediante prueba de rebote en elementos estructurales de edificaciones de gran importancia en la ciudad de Puno?</p> <p>¿Cuál es el diseño óptimo de mezclas para elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones de importancia crítica en la ciudad de Puno?</p> <p>¿Cuál es la variación de las resistencias obtenidas con las resistencias a compresión y flexión de los especímenes reforzados con fibras de carbono en la ciudad de Puno?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la resistencia a compresión actual mediante prueba de rebote en elementos estructurales de edificaciones de gran importancia en la ciudad de Puno.</p> <p>Determinar el diseño óptimo de mezclas para elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones de importancia en la ciudad de Puno.</p> <p>Analizar la variación de las resistencias obtenidas con las resistencias a compresión y flexión de los especímenes reforzados con fibras de carbono en la ciudad de Puno</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>La resistencia a compresión actual mediante prueba de rebote en elementos estructurales de edificaciones de gran importancia en la ciudad de Puno, tendrán variaciones de acuerdo al elemento estructural evaluado.</p> <p>El diseño óptimo de mezclas para elementos estructurales de alta resistencia en edificaciones de importancia crítica en la ciudad de Puno, cumplirán con la normativa vigente.</p> <p>La variación de las resistencias obtenidas con las resistencias a compresión y flexión de los especímenes reforzados con fibras de carbono en la ciudad de Puno, variara considerablemente en favor de los concretos reforzados.</p>		



Anexo 2. Certificados de laboratorio



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE 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	0.00	0.00	100.00	<p>PESO ESPECÍFICO</p> <p>A -Peso de muestra secada al horno <u>463.54</u></p> <p>B -Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>483.63</u></p> <p>Wc -Peso del picnómetro con agua <u>1303.65</u></p> <p>W -Peso del Pic. + muestra + agua <u>1599.78</u></p> <p>Wc+B = <u>1787</u> Wc+B-W = <u>188</u></p> <p>Pe = $\frac{B}{Wc + B - W} = \frac{483.63}{1303.65 + 463.54 - 1599.78} = 2.58$ gr/cm³</p> <p>ABSORCIÓN</p> <p>B = <u>483.63</u> B-A = <u>20.09</u></p> <p>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{20.09 \times 100}{463.54} = 4.33$ %</p>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 8	68.52	13.70	13.70	86.30	
N° 16	121.30	24.26	37.96	62.04	
N° 30	115.60	23.12	61.08	38.92	
N° 50	95.70	19.14	80.22	19.78	
N° 100	71.20	14.24	94.46	5.54	
N° 200	22.37	4.47	98.94	1.06	
FONDO	5.31	1.06	100.00	0.00	
SUMA	500.00	100.00			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					
Mf = MÓDULO DE FINEZA 2.87					

AGREGADO GUESO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro
2"	0	0.00	0.00	100.00	<p>A -Peso de muestra secada al horno <u>775.87</u></p> <p>B -Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>797.38</u></p> <p>Wc -Peso del picnómetro con agua <u>1303.65</u></p> <p>W -Peso del Pic. + muestra + agua <u>1765.91</u></p> <p>PESO ESPECÍFICO</p> <p>Wc+B = <u>2101</u> Wc+B-W = <u>335</u></p> <p>Pe = $\frac{B}{Wc + B - W} = \frac{797.38}{1303.65 + 775.87 - 1765.91} = 2.38$ gr/cm³</p> <p>ABSORCIÓN</p> <p>B = <u>797.38</u> B-A = <u>21.51</u></p> <p>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{21.51 \times 100}{775.87} = 2.77$ %</p>
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	5.27	0.11	0.11	99.89	
3/4"	412.42	11.78	11.89	88.11	
1/2"	965.30	27.58	39.47	60.53	
3/8"	938.40	26.81	66.28	33.72	
1/4"	600.41	17.15	83.43	16.57	
N° 4	578.20	16.52	82.80	17.20	
FONDO	0.00	0.00	82.80	17.20	
SUMA	3500.00	70.00			
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PUNO
 CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	678.25
P.T.M. SECA	653.62
P.TARRO	39.22
P AGUA	24.63
P.S.SECO	614.40
% HUMEDAD	4.01

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	572.56
P.T.M. SECA	557.62
P.TARRO	40.09
P AGUA	14.94
P.S.SECO	517.53
% HUMEDAD	2.89

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9125	5975	2066	1525
9132	5975	2066	1528
9136	5975	2066	1530
			1528

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12456	7923	3085	1469
12435	7923	3085	1462
12442	7923	3085	1465
			1465

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9517	5975	2066	1715
9508	5975	2066	1710
9510	5975	2066	1711
			1712

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12987	7923	3085	1641
12998	7923	3085	1645
12990	7923	3085	1642
			1643

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
 CAP. 1932/37



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 350 Kg./cm.²

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

UBICACIÓN : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 350 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 448 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

SE UTILIZARA EL CEMENTO RUMI TIPO IIP

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	2.38	2.58
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1643	1712
P.U. Suelto	1465	1528
% de Absorción	2.77	4.33
% de Humedad Natural	2.89	4.01
Modulo de Fineza	-	2.87

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal $3/4"$ (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m^3
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: 2.0%
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.38
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:
 $(205 \text{ Lt/m}^3) / (0.38) = 536 \text{ Kg/m}^3$

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL



7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.87 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1643 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.613 m³ de agregado grueso por m³ de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.613) * (1643) = 1007 \text{ Kg/m}^3$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Volúmen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volúmen absoluto de cemento} &= (537) / (3.20 * 1000) = 0.168 \\ \text{Volúmen absoluto de agregado grueso} &= (1007) / (2.38 * 1000) = 0.423 \\ \text{Volúmen de aire atrapado} &= (2.0) / (100) = 0.020 \\ \text{Volúmen sub total} &= 0.816 \end{aligned}$$

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de: } = (1.000 - 0.816) = 0.184 \text{ m}^3$$

$$(0.184) * (2.58) * 1000 = 475 \text{ Kg/m}^3$$

9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (1007) * (1.028868) = 1036 \text{ Kg.} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (475) * (1.0401) = 494 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

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:

$$205 - 1007 * \left(\frac{2.89 - 2.77}{100} \right) - 475 \left(\frac{4.01 - 4.33}{100} \right) = 205$$

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	537	1.00	537	1.00
Agua	205	0.382	205	0.38
Agreg. Grueso	1007	1.88	1036	1.93
Agreg. Fino	475	0.88	494	0.92
Aire	2.0 %		2.0 %	

12.63 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	: 42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	: 39.10 Kg.
Agregado grueso húmedo	: 82.06 Kg.
Agua efectiva	: 16.27 Kg.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. Arnaldo Yana Torres
C.P. 103257



DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:		Redondeo	
0.90	p ³ de Arena	0.9	p ³ de Arena
1.98	p ³ de Piedra Chancada	2.0	p ³ de Piedra Chancada
16	Lt de Agua	16	Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CERON CABRERIA
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL

Mgtr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 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 : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

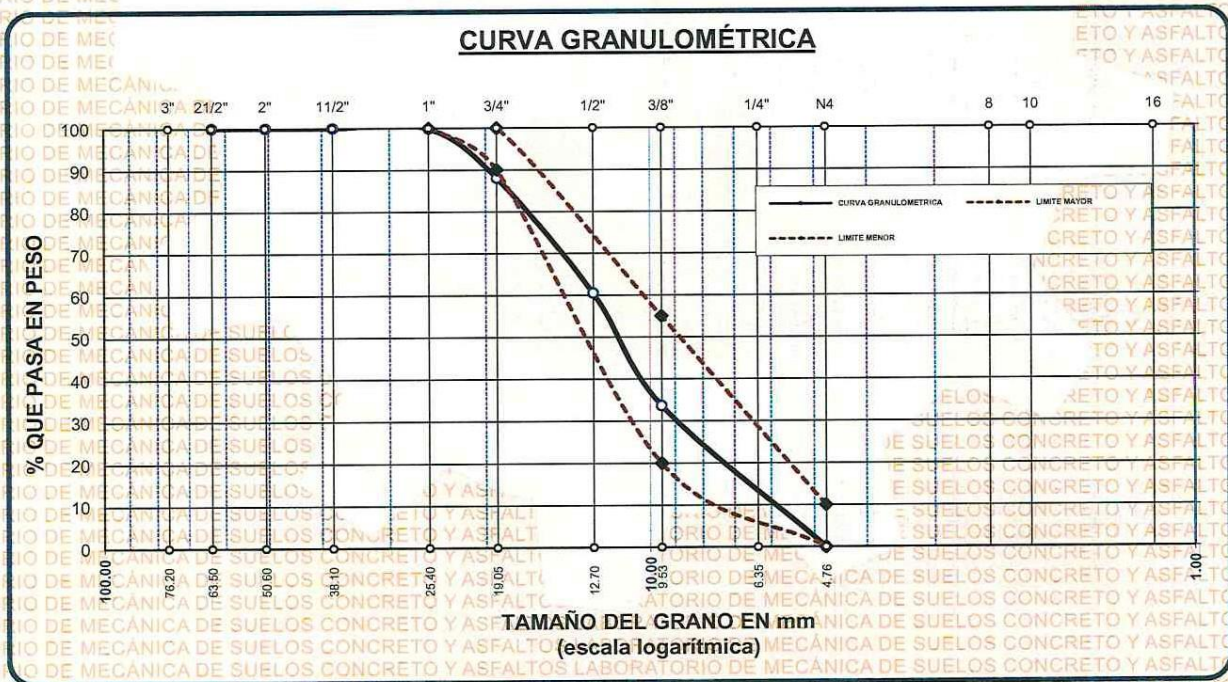
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE 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"	50.600	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	5.27	0.15	0.15	99.85		
3/4"	19.050	412.42	11.78	11.93	88.07	20 - 55 %	
1/2"	12.700	965.30	27.58	39.51	60.49		
3/8"	9.525	938.40	26.81	66.33	33.67	0 - 10 %	
1/4"	6.350	600.41	17.15	83.48	16.52		
No4	4.760	578.20	16.52	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.00	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FIGP - CAPINGENIERIA CIVIL

M.S.C.A. JEFATURA
 Mgtr. Arina Yana Torres
 C.I.F. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 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 : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

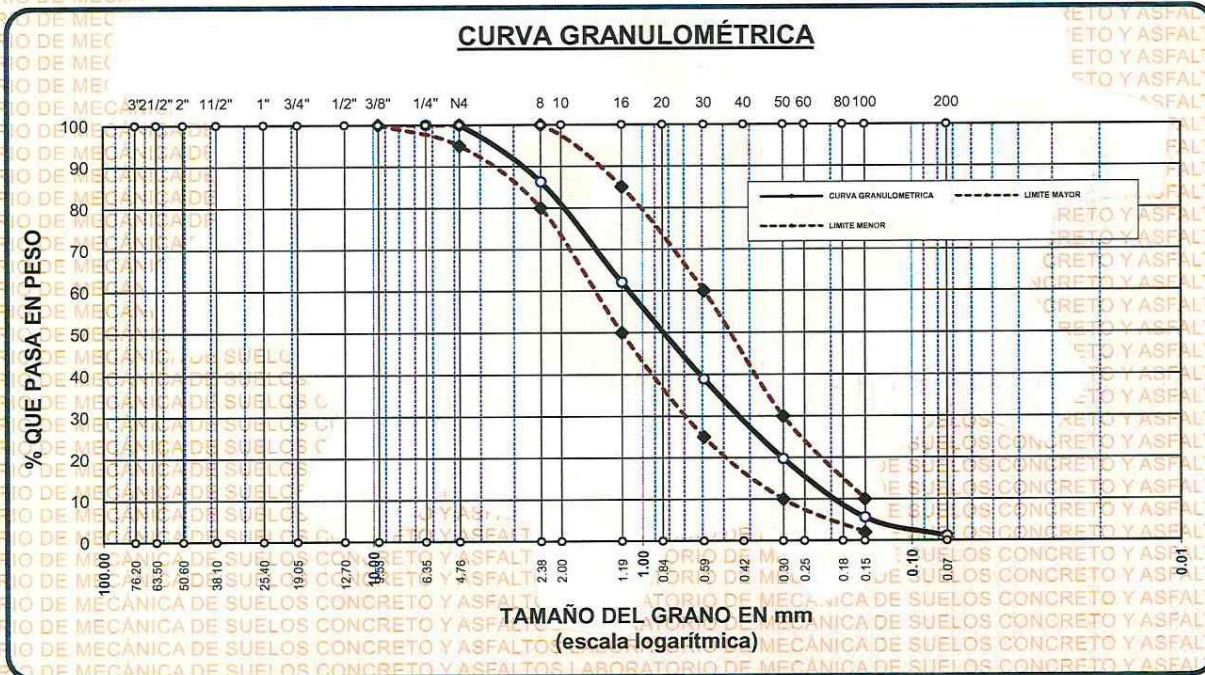
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 2.87
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	68.52	13.70	13.70	86.30	50 - 85 %	
No16	1.190	121.30	24.26	37.96	62.04	25 - 60 %	
No30	0.590	115.60	23.12	61.08	38.92	10 - 30 %	
No 50	0.300	95.70	19.14	80.22	19.78	2-10%	
No100	0.149	71.20	14.24	94.46	5.54		
No200	0.074	22.37	4.47	98.94	1.06		
BASE		5.31	1.06	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.06					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 EICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 M.S.C.A. JEFATURA
 Alisa Arriaga Yana Torres
 C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "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 : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (SUELTO)

PESO DEL MOLDE	5975 gr	5975 gr	5975 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2066 cm ³	2066 cm ³	2066 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9125.00 gr	9132.00 gr	9136.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3150.00 gr	3157.00 gr	3161.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.525 gr/cm ³	1.528 gr/cm ³	1.530 gr/cm ³
PROMEDIO		1.528 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO FINO (VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	5975 gr	5975 gr	5975 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2066 cm ³	2066 cm ³	2066 cm ³
N° DE CAPAS	3	3	3
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9517.00 gr	9508.00 gr	9510.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3542.00 gr	3533.00 gr	3535.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.715 gr/cm ³	1.710 gr/cm ³	1.711 gr/cm ³
PROMEDIO		1.712 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL

Mg. Arnoldo Iana Torres
C.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "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 : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(SUELTO)

PESO DEL MOLDE	7923 gr	7923 gr	7923 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3085 cm ³	3085 cm ³	3085 cm ³
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12456.00 gr	12435.00 gr	12442.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4533.00 gr	4512.00 gr	4519.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.469 gr/cm ³	1.462 gr/cm ³	1.465 gr/cm ³
PROMEDIO		1.465 gr/cm ³	

DENSIDAD MINIMA AGREGADO GRUESO(VARILLADO)

PESO DEL MOLDE	7923 gr	7923 gr	7923 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3085 cm ³	3085 cm ³	3085 cm ³
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12987.00 gr	12998.00 gr	12990.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5064.00 gr	5075.00 gr	5067.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.641 gr/cm ³	1.645 gr/cm ³	1.642 gr/cm ³
PROMEDIO		1.643 gr/cm ³	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Msc. Arnaldo Yana Torres
 C.I.P. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUÑO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO-VILCA

CANTERA : CANTERA ISLA Y PIEDRAS AZUL

LUGAR : LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO-UANCV

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

MUESTRA : AGREGADO FINO

Nº DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	678.25
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	653.62
PESO DEL TARRO (gr.)	39.22
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	639.03
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	614.40
PESO DEL AGUA (gr.)	24.63
% HUMEDAD	4.01

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

Nº DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	572.56
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	557.62
PESO DEL TARRO (gr.)	40.09
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	532.47
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	517.53
PESO DEL AGUA (gr.)	14.94
% HUMEDAD	2.89

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

Mgt. Arnaldo Yana Torres
C.R. 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA MUESTRA PATRÓN

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	39221	15.01	176.95	221.65	350	27/05/2024	04/06/2024	7	63.33
2	MST-02	39215	14.98	176.24	222.50	350	27/05/2024	04/06/2024	7	63.57
3	MST-03	39210	15.01	176.95	221.59	350	27/05/2024	04/06/2024	7	63.31
4	MST-04	39236	14.98	176.24	222.62	350	27/05/2024	04/06/2024	7	63.61
5	MST-05	39221	15.01	176.95	221.65	350	27/05/2024	04/06/2024	7	63.33

Promedio De Esf. Rotura 222.00

63.43

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	49688	14.99	176.48	281.55	350	27/05/2024	11/06/2024	14	80.44
2	MST-07	49599	15.00	176.71	280.67	350	27/05/2024	11/06/2024	14	80.19
3	MST-08	49652	14.99	176.48	281.35	350	27/05/2024	11/06/2024	14	80.39
4	MST-09	49678	14.98	176.24	281.87	350	27/05/2024	11/06/2024	14	80.53
5	MST-10	49587	15.00	176.71	280.61	350	27/05/2024	11/06/2024	14	80.17

Promedio De Esf. Rotura 281.21

80.35

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	61712	15.01	176.95	348.75	350	27/05/2024	25/06/2024	28	99.64
2	MST-12	61723	15.01	176.95	348.82	350	27/05/2024	25/06/2024	28	99.66
3	MST-13	61699	15.01	176.95	348.68	350	27/05/2024	25/06/2024	28	99.62
4	MST-14	61600	14.98	176.24	349.52	350	27/05/2024	25/06/2024	28	99.86
5	MST-15	61650	14.98	176.24	349.80	350	27/05/2024	25/06/2024	28	99.94

Promedio De Esf. Rotura 349.11

99.75

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER-

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUÑO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 1 CAPA DE FIBRA DE CARBONO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-01	40625	15.01	176.95	229.58	350	27/05/2024	04/06/2024	7	65.60
2	MST-02	40634	15.01	176.95	229.64	350	27/05/2024	04/06/2024	7	65.61
3	MST-03	40646	14.98	176.24	230.62	350	27/05/2024	04/06/2024	7	65.89
4	MST-04	40687	14.98	176.24	230.86	350	27/05/2024	04/06/2024	7	65.96
5	MST-05	40695	15.01	176.95	229.98	350	27/05/2024	04/06/2024	7	65.71
Promedio De Esf. Rotura					230.14					65.75

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-06	50366	15.01	176.95	284.63	350	27/05/2024	11/06/2024	14	81.32
2	MST-07	50387	15.01	176.95	284.75	350	27/05/2024	11/06/2024	14	81.36
3	MST-08	50362	15.01	176.95	284.61	350	27/05/2024	11/06/2024	14	81.32
4	MST-09	50195	15.01	176.95	283.67	350	27/05/2024	11/06/2024	14	81.05
5	MST-10	50295	15.01	176.95	284.23	350	27/05/2024	11/06/2024	14	81.21
Promedio De Esf. Rotura					284.38					81.25

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	MST-11	62723	15.01	176.95	354.47	350	27/05/2024	25/06/2024	28	101.28
2	MST-12	62647	14.98	176.24	355.46	350	27/05/2024	25/06/2024	28	101.56
3	MST-13	62685	15.01	176.95	354.25	350	27/05/2024	25/06/2024	28	101.21
4	MST-14	62685	15.01	176.95	354.25	350	27/05/2024	25/06/2024	28	101.21
5	MST-15	62851	15.01	176.95	355.19	350	27/05/2024	25/06/2024	28	101.48
Promedio De Esf. Rotura					354.72					101.35

OBSERVACIONES:
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.A.P. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUÑO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 2 CAPAS DE FIBRA DE CARBONO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-01	41518	15.01	176.95	234.63	350	27/05/2024	04/06/2024	7	67.04	
2	MST-02	41597	15.01	176.95	235.08	350	27/05/2024	04/06/2024	7	67.17	
3	MST-03	41436	15.01	176.95	234.17	350	27/05/2024	04/06/2024	7	66.91	
4	MST-04	41494	15.01	176.95	234.50	350	27/05/2024	04/06/2024	7	67.00	
5	MST-05	41497	15.01	176.95	234.51	350	27/05/2024	04/06/2024	7	67.00	
Promedio De Esf. Rotura					234.58						67.02

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-06	51356	14.98	176.24	291.39	350	27/05/2024	11/06/2024	14	83.25	
2	MST-07	51374	15.01	176.95	290.33	350	27/05/2024	11/06/2024	14	82.95	
3	MST-08	51318	14.98	176.24	291.18	350	27/05/2024	11/06/2024	14	83.19	
4	MST-09	51236	14.98	176.24	290.71	350	27/05/2024	11/06/2024	14	83.06	
5	MST-10	51338	14.98	176.24	291.29	350	27/05/2024	11/06/2024	14	83.23	
Promedio De Esf. Rotura					290.98						83.14

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%	
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS		
1	MST-11	63657	15.01	176.95	359.75	350	27/05/2024	25/06/2024	28	102.78	
2	MST-12	63638	15.01	176.95	359.64	350	27/05/2024	25/06/2024	28	102.75	
3	MST-13	63645	15.01	176.95	359.68	350	27/05/2024	25/06/2024	28	102.77	
4	MST-14	63439	14.98	176.24	359.95	350	27/05/2024	25/06/2024	28	102.84	
5	MST-15	63605	15.01	176.95	359.45	350	27/05/2024	25/06/2024	28	102.70	
Promedio De Esf. Rotura					359.69						102.77

OBSERVACIONES:
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mtr. Arjaldo Yana Torres
 CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON 3 CAPAS DE FIBRA DE CARBONO

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-01	42222	15.01	176.95	238.61	350	27/05/2024	04/06/2024	7	68.17
2	MST-02	42293	15.01	176.95	239.01	350	27/05/2024	04/06/2024	7	68.29
3	MST-03	42234	15.01	176.95	238.68	350	27/05/2024	04/06/2024	7	68.19
4	MST-04	42282	15.01	176.95	238.95	350	27/05/2024	04/06/2024	7	68.27
5	MST-05	42295	15.01	176.95	239.02	350	27/05/2024	04/06/2024	7	68.29
Promedio De Esf. Rotura					238.85					68.24

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-06	52804	14.98	176.24	299.61	350	27/05/2024	11/06/2024	14	85.60
2	MST-07	52856	15.01	176.95	298.71	350	27/05/2024	11/06/2024	14	85.34
3	MST-08	52863	14.98	176.24	299.94	350	27/05/2024	11/06/2024	14	85.70
4	MST-09	52775	14.98	176.24	299.44	350	27/05/2024	11/06/2024	14	85.56
5	MST-10	52737	14.98	176.24	299.23	350	27/05/2024	11/06/2024	14	85.49
Promedio De Esf. Rotura					299.39					85.54

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA Kg	Ø cm	AREA cm ²	ESF. ROTURA Kg/cm ²	F'c Kg/cm ²	FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	%
1	MST-11	64268	15.01	176.95	363.20	350	27/05/2024	25/06/2024	28	103.77
2	MST-12	64392	15.01	176.95	363.90	350	27/05/2024	25/06/2024	28	103.97
3	MST-13	64483	15.01	176.95	364.41	350	27/05/2024	25/06/2024	28	104.12
4	MST-14	64264	14.98	176.24	364.63	350	27/05/2024	25/06/2024	28	104.18
5	MST-15	64475	15.01	176.95	364.37	350	27/05/2024	25/06/2024	28	104.11
Promedio De Esf. Rotura					364.10					104.03

OBSERVACIONES:
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP/ 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA PATRON

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2134.72	31.73	31.83	27/05/2024	04/06/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2142.56	31.74		27/05/2024	04/06/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2146.62	31.80		27/05/2024	04/06/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2152.73	31.89		27/05/2024	04/06/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2150.58	31.97		27/05/2024	04/06/2024	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2935.52	43.63	43.56	27/05/2024	11/06/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2933.62	43.46		27/05/2024	11/06/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2942.54	43.59		27/05/2024	11/06/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2938.71	43.54		27/05/2024	11/06/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2940.49	43.56		27/05/2024	11/06/2024	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3752.87	55.78	55.80	27/05/2024	25/06/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3769.62	55.85		27/05/2024	25/06/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3772.58	55.89		27/05/2024	25/06/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3765.47	55.78		27/05/2024	25/06/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3759.81	55.70		27/05/2024	25/06/2024	28

OBSERVACIONES:

1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 1 CAPA DE FIBRA DE CARBONO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2278.46	33.87	33.78	27/05/2024	04/06/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2282.63	33.82		27/05/2024	04/06/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2275.52	33.71		27/05/2024	04/06/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2270.72	33.64		27/05/2024	04/06/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2277.67	33.86		27/05/2024	04/06/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3136.48	46.62	46.60	27/05/2024	11/06/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3142.56	46.56		27/05/2024	11/06/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3145.78	46.60		27/05/2024	11/06/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3140.81	46.53		27/05/2024	11/06/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3150.74	46.68		27/05/2024	11/06/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3889.89	57.82	57.70	27/05/2024	25/06/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3885.72	57.57		27/05/2024	25/06/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3894.61	57.70		27/05/2024	25/06/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3890.94	57.64		27/05/2024	25/06/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3899.83	57.78		27/05/2024	25/06/2024	28

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
P.I.C.P. - CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES 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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA

LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA

FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 2 CAPAS DE FIBRA DE CARBONO

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2448.62	36.40	36.29	27/05/2024	04/06/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2440.34	36.15		27/05/2024	04/06/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2434.57	36.07		27/05/2024	04/06/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2453.42	36.35		27/05/2024	04/06/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2455.68	36.50		27/05/2024	04/06/2024	7

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3334.54	49.57	49.16	27/05/2024	11/06/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3327.78	49.30		27/05/2024	11/06/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3308.62	49.02		27/05/2024	11/06/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3305.91	48.98		27/05/2024	11/06/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3301.84	48.92		27/05/2024	11/06/2024	14

N°	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm ²	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm ²)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4038.64	60.03	59.61	27/05/2024	25/06/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4004.37	59.32		27/05/2024	25/06/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4016.27	59.50		27/05/2024	25/06/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4027.16	59.66		27/05/2024	25/06/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4018.22	59.53		27/05/2024	25/06/2024	28

OBSERVACIONES:
 1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAD INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES 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 FLEXION

NTP 339.034

TEMA : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO.

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
LUGAR : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO UANCV-JULIACA
FECHA : 27 DE MAYO DEL 2024

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA FLEXION VIGA CON 3 CAPAS DE FIBRA DE CARBONO

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2687.68	39.95	39.64	27/05/2024	04/06/2024	7
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2670.62	39.56		27/05/2024	04/06/2024	7
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2677.44	39.67		27/05/2024	04/06/2024	7
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	2667.52	39.52		27/05/2024	04/06/2024	7
5	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	2657.67	39.50		27/05/2024	04/06/2024	7

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
2	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	3525.24	52.40	52.15	27/05/2024	11/06/2024	14
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3501.56	51.87		27/05/2024	11/06/2024	14
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3516.62	52.10		27/05/2024	11/06/2024	14
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3519.95	52.15		27/05/2024	11/06/2024	14
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	3523.84	52.21		27/05/2024	11/06/2024	14

Nº	DESCRIPCIÓN DEL MUESTRO	PROMEDIO			Lectura del dial (kg)	Resisten. a Flexion (Mr) Kg/cm2	Promedio Resistencia a Flexion (Mr) (Kg/cm2)	FECHA	FECHA	EDAD
		b (cm)	h (cm)	L (cm)				VACIADO	ROTURA	DIAS
1	VIGA DE PRUEBA	14.95	15.00	50.00	4303.51	63.97	63.71	27/05/2024	25/06/2024	28
2	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4308.62	63.83		27/05/2024	25/06/2024	28
3	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4294.42	63.62		27/05/2024	25/06/2024	28
4	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4288.87	63.54		27/05/2024	25/06/2024	28
5	VIGA DE PRUEBA	15.00	15.00	50.00	4290.92	63.57		27/05/2024	25/06/2024	28

OBSERVACIONES:
1.- LAS MUESTRAS DE CONCRETO FUERON MOLDEADOS POR EL BACHILLER

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
M.S.C.A.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

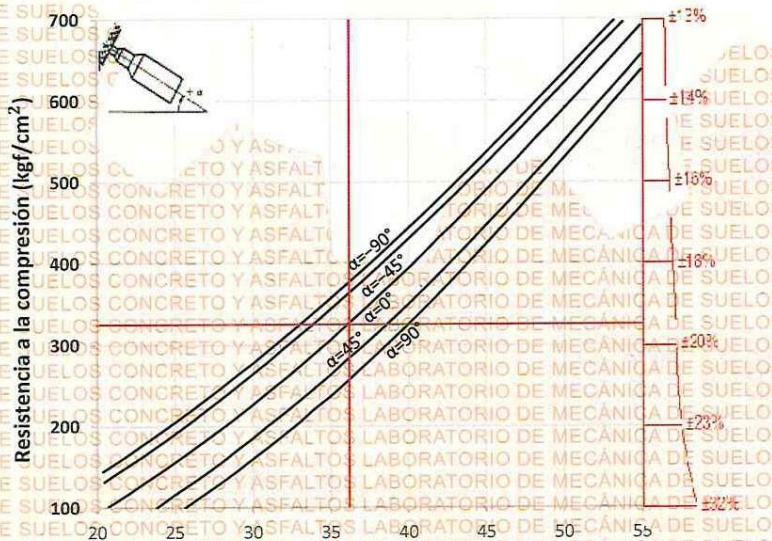
(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO

SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
ZONA : Columna estructural 1
DISEÑO : Kg/Cm²
FECHA : 24 DE MAYO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo
	0°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL
	Columna 1
1	34
2	38
3	36
4	32
5	35
6	34
7	37
8	38
9	40
10	38
PROMEDIO	36.20
IE CORREGIDO (xFC)	0.195
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	325

2.20
-1.80
0.20
4.20
1.20
2.20
-0.80
-1.80
-3.80
-1.80



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 PROP. CAR. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

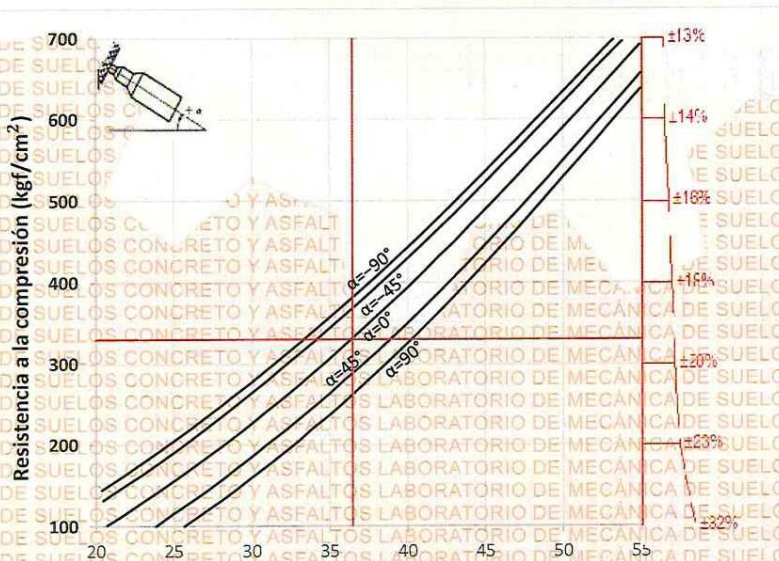


ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
ZONA : Columna estructural 2
DISEÑO : Kg/Cm²
FECHA : 24 DE MAYO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	0°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Columna 2	
1	34	2.50
2	37	-0.50
3	35	1.50
4	38	-1.50
5	40	-3.50
6	35	1.50
7	34	2.50
8	36	0.50
9	39	-2.50
10	37	-0.50
PROMEDIO	36.50	
IE CORREGIDO (xFC)	0.194	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	330	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CARRERA INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

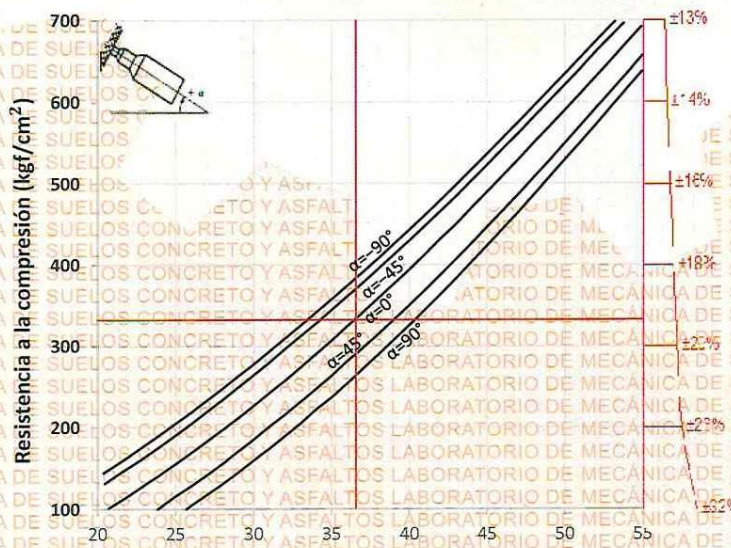


ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
ZONA : Columna estructural 3
DISEÑO : Kg/Cm²
FECHA : 24 DE MAYO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	0°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Columna 3	
1	35	1.60
2	38	-1.40
3	34	2.60
4	37	-0.40
5	39	-2.40
6	40	-3.40
7	35	1.60
8	37	-0.40
9	34	2.60
10	37	-0.40
PROMEDIO	36.60	
IE CORREGIDO (xFC)	0.194	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	332	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

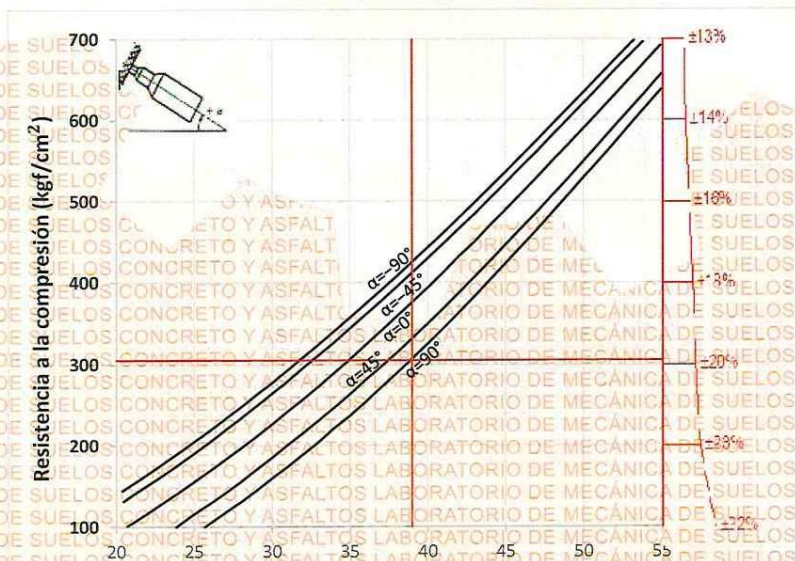


ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUÑO
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
ZONA : Viga estructural 1
DISEÑO : Kg/Cm²
FECHA : 24 DE MAYO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 1	
1	39	0.00
2	42	-3.00
3	38	1.00
4	39	0.00
5	40	-1.00
6	39	0.00
7	39	0.00
8	36	3.00
9	38	1.00
10	40	-1.00
PROMEDIO	39.00	
IE CORREGIDO (xFC)	0.199	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	305	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 LABORATORIO M.S.C.A.
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



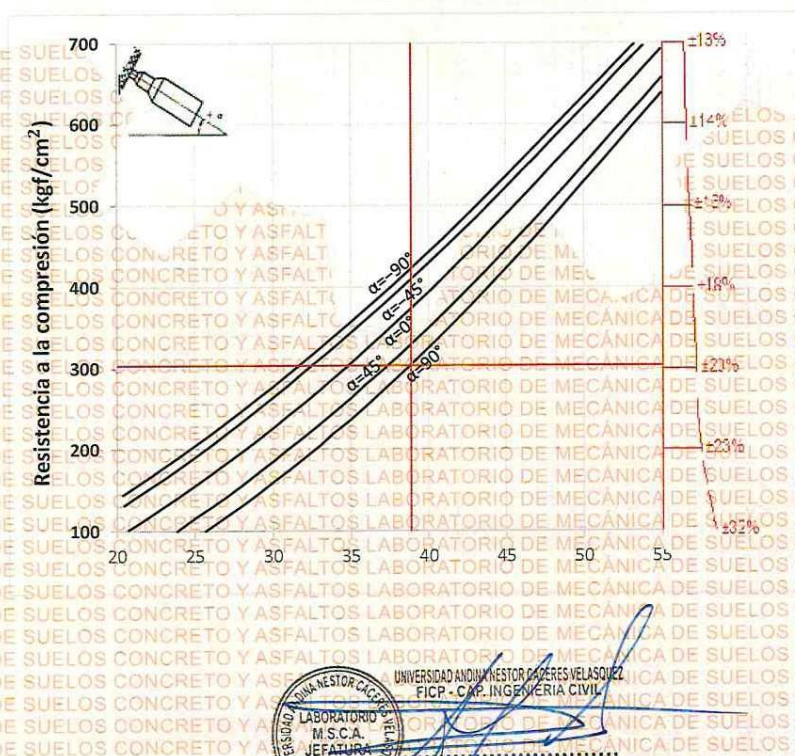
ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 399, 181 - ASTM C 805)

Tema : EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUNO.
SOLICITANTE : BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
ZONA : Viga estructural 2
DISEÑO : Kg/Cm²
FECHA : 24 DE MAYO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo
	90°
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL
	Viga 2
1	37
2	39
3	42
4	37
5	40
6	39
7	38
8	39
9	38
10	40
PROMEDIO	38.90
IE CORREGIDO (xFC)	0.199
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm ²)	303

1.90
-0.10
-3.10
1.90
-1.10
-0.10
0.90
-0.10
0.90
-1.10



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

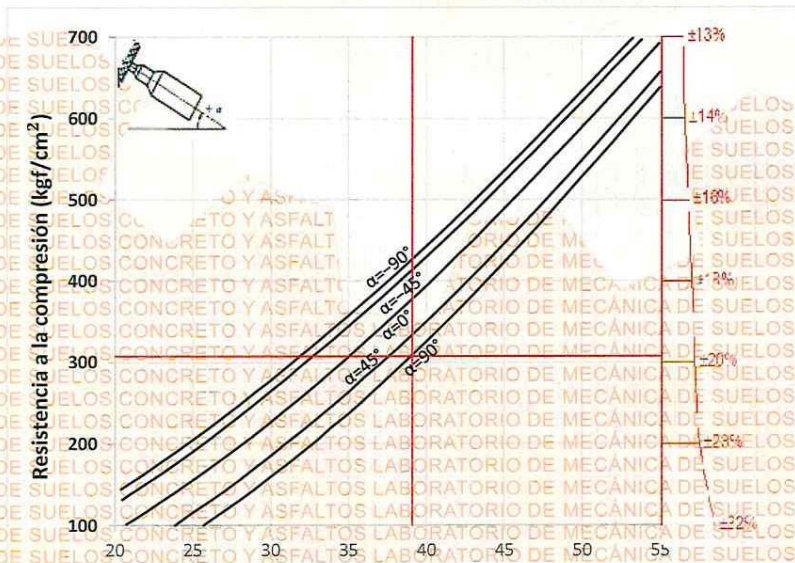


ENSAYO CON ESCLERÓMETRO

(NTP 339, 181 - ASTM C 805)

Tema: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DE PUÑO
SOLICITANTE: BACHILLER SAUL LENIN MASCO VILCA
ZONA: Viga estructural 3
DISEÑO: Kg/Cm2
FECHA: 24 DE MAYO DEL 2024

RESULTADO ESCLEROMETRIA	Angulo	
	90°	
PUNTOS	ELEMENTO ESTRUCTURAL	
	Viga 3	
1	38	1.10
2	39	0.10
3	37	2.10
4	41	-1.90
5	38	1.10
6	42	-2.90
7	39	0.10
8	39	0.10
9	38	1.10
10	40	-0.90
PROMEDIO	39.10	
IE CORREGIDO (xFC)	0.199	
RESISTENCIA GRÁFICA (kg/cm2)	307	



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL

Anexo 3. Fotografías



Fotografía 1. Contenido de humedad



Fotografía 2. Análisis granulométrico



Fotografía 3. Tamizaje del agregado fino y grueso



Fotografía 4. Peso unitario suelto y varillado del agregado



Fotografía 5. Elaboración de briquetas y vigas



Fotografía 6. Curado de briquetas



Fotografía 7. Rotura de briquetas



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 19-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: SAUL LENIN MASCO VILCA

Dirección: Jr. CHOQUEHUANCA S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70422143

Teléfono: 900 549 762 email: musLenin1@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: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE CARBONO EN EL REFORZAMIENTO

DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE ALTA RESISTENCIA EN EDIFICACIONES

EN LA CIUDAD DE PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): ELEMENTOS ESTRUCTURALES, CONCRETO, FIBRA DE CARBONO

¿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 MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

19-09-2024

Fecha