

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas  
en losa de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo- La Libertad**

**TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

Autores:

Bach. Alvarez Lozano, Maria Isabel

Código ORCID: 0009-0006-6830-6163

Bach. Chala Mendez, José Estefano

Código ORCID: 0009-0009-8628-9688

Asesor:

Ms. Ing. Cerna Vásquez, Marco Antonio

DNI N°: 43478519

Código ORCID: 0000-0002-8259-5444

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

2026

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**Influencia de las Fibras de Acero en las Propiedades Físicas y Mecánicas en  
Losa de Concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo- La Libertad**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

---

**Ms. Ing. Cerna Vásquez Marco Antonio**

DNI N°: 43478519

Código ORCID: 0000-0002-8259-5444

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2026**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



---

**Influencia de las Fibras de Acero en las Propiedades Físicas y Mecánicas en  
Losa de Concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo- La Libertad**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:**

---

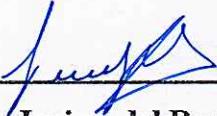
  
Ms. Ing. Janet Veronica Saavedra Vera

Presidenta

DNI N°: 32964440

Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

---

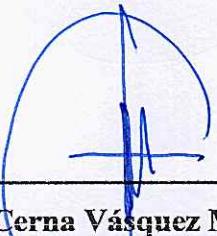
  
Dra. Ing. Jenisse del Rocio Fernandez Mantilla

Secretaria

DNI N°: 33264434

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

---

  
Ms. Ing. Cerna Vásquez Marco Antonio

Asesor

DNI N°: 43478519

Código ORCID: 0000-0002-8259-5444

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

2026



**ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS**

A los 02 días del mes de enero del año dos mil veintiséis, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 482-2025-UNS-CFI, con fecha 03.09.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Secretaria), Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez (Integrante), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 971-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "**INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN LOSA DE CONCRETO  $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$** ", presentado por los Bachilleres **ALVAREZ LOZANO MARÍA ISABEL** con cód. Nº 0201813056 y **CHALA MÉNDEZ JOSÉ ESTEFANO** con cód Nº 0201813002, quienes fueron asesorados por el docente Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 018-2024-UNS-FI, de fecha 18.01.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ALVAREZ LOZANO MARÍA ISABEL	17	BUENO

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de enero de 2026.

Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Presidente

Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla  
Secretaria

Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez  
Integrante



**ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS**

A los 02 días del mes de enero del año dos mil veintiséis, siendo las 11:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 482-2025-UNS-CFI, con fecha 03.09.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Presidente), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Secretaria), Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez (Integrante), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 971-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "**INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN LOSA DE CONCRETO  $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$** ", presentado por los Bachilleres **ALVAREZ LOZANO MARÍA ISABEL** con cód. Nº 0201813056 y **CHALA MÉNDEZ JOSÉ ESTEFANO** con cód Nº 0201813002, quienes fueron asesorados por el docente Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 018-2024-UNS-FI, de fecha 18.01.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CHALA MÉNDEZ JOSÉ ESTEFANO	17	Bueno

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de enero de 2026.

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Presidente

  
Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla  
Secretaria

  
Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Isabel Alvarez**

Título del ejercicio: **EJERCICIO DE TESIS 03**

Título de la entrega: **TESIS-ALVAREZ LOZANO Y CHALA MENDEZ.pdf**

Nombre del archivo: **TESIS-ALVAREZ\_LOZANO\_Y\_CHALA\_MENDEZ.pdf**

Tamaño del archivo: **864.71K**

Total páginas: **82**

Total de palabras: **17,679**

Total de caracteres: **92,063**

Fecha de entrega: **08-ene-2026 01:46p. m. (UTC-0500)**

Identificador de la entrega: **2737095344**

Universidad Nacional del Santa Fe  
Facultad de Ingeniería  
E.A.P. Ingeniería Civil

"Influencia de las Fibras de Acero en las Propiedades Físicas y Mecánicas en Losa de Concreto F'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> en Trujillo-La Libertad"

---

**DEDICATORIA**

A Dios, a quien debo cada paso en este camino.  
En los momentos difíciles, su presencia me dio fuerza y claridad. Agradezco su amor infinito, que me sostuvo en cada reto y me impulsó en cada logro. Dedico este trabajo a Él, con todo mi corazón.

A mis padres, Segundo Álvarez y Jessica Lozano Sánchez, que han sido mi luz y guía. Su sacrificio y amor incondicional son la base de mis sueños. Gracias, mama y papa, por enseñarme que con determinación todo es posible y por su apoyo constante. Este logro es también de ustedes, porque sin su fe en mí, no estaría aquí.

A mi abuela, Marina Sánchez Vásquez, cuya sabiduría y ternura me han inspirado. Gracias por enseñarme que el éxito se alcanza con humildad y amor. Cada página de este trabajo lleva una parte de ti y de las lecciones que me has brindado con cariño.

A mis hermanas, mis compañeras de vida y mayor alegría. Su apoyo incondicional me da la fortaleza para seguir adelante. Gracias por estar siempre a mi lado. Este logro es también de ustedes, y lo comparto con amor y orgullo por tenerlas en mi vida.

Bachiller María Isabel Álvarez Lozano

---

ii



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1 %
4	Submitted to Universidad Continental	1 %
5	repositorio.unc.edu.pe	1 %
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco	1 %
7	repositorio.uns.edu.pe	1 %
8	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru	<1 %
9	repositorio.urp.edu.pe	<1 %
10	repositorio.upla.edu.pe	<1 %
11	repositorio.uss.edu.pe	<1 %
12	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1 %

## DEDICATORIA

A Dios, a quien debo cada paso en este camino. En los momentos difíciles, su presencia me dio fuerza y claridad. Agradezco su amor infinito, que me sostuvo en cada reto y me impulso en cada logro. Dedico este trabajo a Él, con todo mi corazón.

A mi abuela, Marina Sánchez Vásquez, cuya sabiduría y ternura me han inspirado. Gracias por enseñarme que el éxito se alcanza con humildad y amor. Cada página de este trabajo lleva una parte de ti y de las lecciones que me has brindado con cariño.

A mis padres, Segundo Álvarez Ortiz y Jessica Lozano Sánchez, que han sido mi luz y guía. Su sacrificio y amor incondicional son la base de mis sueños. Gracias, mama y papa, por enseñarme que con determinación todo es posible y por su apoyo constante. Este logro es también de ustedes, porque sin su fe en mí, no estaría aquí.

A mis hermanas, mis compañeras de vida y mayor alegría. Su apoyo incondicional me da la fortaleza para seguir adelante. Gracias por esta siempre a mi lado. Este logro es también de ustedes, y lo comparto con amor y orgullo por tenerlas en mi vida.

Bachiller María Isabel Álvarez Lozano

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios por su constante presencia en mi vida, tanto en los momentos de alegría como en los de dificultad. También valor su compañía a lo largo del proceso de elaboración de esta tesis, ya que me ha ofrecido serenidad, fortaleza e inteligencia.

Gracias a mis padres, Eunice Mendez Ramos y José Chala Vásquez, por brindarme la vida y su apoyo durante todas las etapas de mi vida. Por darme su amor de manera constante y preocuparse de mi en todo momento e inculcarme todos los valores que tengo.

A mis hermanos, José y Junior Chala Zelada, por brindarme su apoyo y su preocupación hacia mi persona en estos últimos años. Y a mi hermana que me ha dado la vida, a mi mejor amiga Alisson Sánchez Chávez, por estar estos últimos 14 años de mi vida dándome su apoyo y considerarme uno más de su familia.

Y a mi familia materna, especialmente a mis tíos Jemima, Robin y Enoc Mendez Ramos, por estar conmigo en todo momento y brindarme sus consejos. Y a su vez a mi abuela Faustina Ramos Alegre por ser una segunda madre para mí y a mi abuelo Segundo Mendez Corral que desde el cielo me está cuidando y guiando por cada paso que doy.

Bachiller José Estefano Chala Mendez

## AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a Dios por estar con nosotros en todo momento, acompañándonos en los buenos y mucho más en los malos momentos y situaciones diarias. Por estar con nosotros en todo el desarrollo de nuestro trabajo y ayudarnos a superar todas las dificultades.

Expresar nuestra profunda gratitud a nuestro padres, hermanos, amigos y familiares por su amor, apoyo y motivación a lo largo de nuestras vidas y durante la realización de esta obra, especialmente en los momentos más desafiantes.

A nuestra escuela superior la Universidad Nacional del Santa, por darnos durante todo este tiempo una excelente formación profesional en el transcurso de la permanencia que hemos tenido.

Agradecemos sinceramente a todos los instructores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su valiosa capacitación, experiencia y comportamiento durante nuestros años de formación académica. En particular, extendemos nuestro reconocimiento al Mg. Ing. Cerna Vásquez Marco Antonio, quien nos ha brindado su apoyo desde el comienzo y ha estado presente en cada una de las etapas del desarrollo de nuestra tesis.

## AUTORES

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
Índice de Figuras .....	viii
Índice de Fotografía.....	viiix
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Anexos.....	xiii
RESUMEN.....	14
ABSTRACT .....	15
CAPITULO 1: INTRODUCCION.....	16
1.2.    Formulación del Problema.....	18
1.2.1    Problema General .....	18
1.2.2    Problemas Específicos.....	18
1.3.    Objetivos de la Investigación.....	19
1.3.1    Objetivo General .....	19
1.3.2    Objetivos Específicos.....	19
1.4.    Formulación de Hipótesis.....	19
1.5.    Justificación e Importancia.....	20
1.5.1.    Justificación.....	20
1.5.2.    Importancia.....	21
CAPITULO II: MARCO TEORICO .....	22
2.1    Antecedentes de Investigación .....	22
2.1.1    Antecedentes Internacionales .....	22
2.1.2    Antecedentes Nacionales.....	26
2.1.3    Antecedentes Locales .....	32
2.2 Marco Conceptual.....	35
2.2.1 Fibras.....	35
Clasificación de las Fibras.....	35
Losa de concreto.....	42
Componentes del concreto.....	43

Propiedades Físicas .....	48
Propiedades Mecánicas .....	50
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA .....</b>	<b>52</b>
3.1 Enfoque de la investigación.....	52
3.2    Diseño de la investigación.....	53
3.3    Población y muestra.....	54
3.3.1    Población.....	54
3.3.2    Muestra.....	55
3.4    Operacionalización de las variables de estudio .....	58
3.4.1    Variable Independiente.....	58
3.4.2    Variable Dependiente .....	59
3.5    Técnica e Instrumento de Recolección de Datos.....	59
3.5.1    Ensayos de Laboratorio .....	59
3.5.2    Revisión Documentaria .....	60
3.5.3    Instrumentos de Recolección de Datos .....	60
3.6    Técnica de Análisis de Resultados .....	61
3.6.1    Procesamiento de Análisis de resultado .....	61
3.6.2    Análisis estadístico .....	61
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
4.1    Resultados.....	63
4.1.1    Establecer las características físicas y mecánicas de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB .....	63
4.1.2    Determinar la relación agua/cemento para los diseños de mezclas de concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB .....	66
4.1.3    Determinar las propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) y mecánicas (resistencia de flexión, compresión y tracción) del concreto $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB para evaluar su influencia.....	71
4.2    Discusión .....	81
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
5.1    Conclusiones.....	83
5.2    Recomendaciones .....	85

---

CAPITULO VI: REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....	87
CAPITULO VII: ANEXOS .....	93

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Sistemas de losa.....	46
<b>Figura 2:</b> Detalle de Losa Maciza .....	47
<b>Figura 3</b> Detalle de Losa Aligerada.....	48
<b>Figura 4:</b> Esquema de diseño de investigación.....	54
<b>Figura 5:</b> Curva granulométrica del agregado grueso.....	67
<b>Figura 6:</b> Curva granulométrica del agregado fino .....	68
<b>Figura 7:</b> Cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión .....	76
<b>Figura 8:</b> Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión.....	78
<b>Figura 9:</b> Cuadro Comparativo de Resistencia a la Tracción.....	80

## Índice de Fotografía

<b>Fotografía 1:</b> Cemento Extraforte Pacasmayo requerido para las probetas .....	202
<b>Fotografía 2:</b> Agregados gruesos y finos requeridos para las probetas .....	202
<b>Fotografía 3:</b> Fibras de acero CHO 80/60 NB requeridos para las probetas .....	203
<b>Fotografía 4:</b> Ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso .....	203
<b>Fotografía 5:</b> Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino .....	204
<b>Fotografía 6:</b> Ensayo para determinar la granulometría del agregado grueso .....	204
<b>Fotografía 7:</b> Ensayo para determinar la granulometría del agregado fino .....	205
<b>Fotografía 8:</b> Ensayo para determinar el porcentaje de humedad del agregado fino en un horno de laboratorio.....	205
<b>Fotografía 9:</b> Ensayo para determinar el porcentaje de humedad del agregado grueso en un horno de laboratorio .....	206
<b>Fotografía 10:</b> Ensayo para determinar la densidad de los agregados finos con un picnómetro	206
<b>Fotografía 11:</b> Ensayo para determinar la absorción de los agregados finos con un cono de kansas .....	207
<b>Fotografía 12:</b> Ensayo para determinar el porcentaje de vacíos de los agregados gruesos con un marco y una cesta de pesaje .....	207
<b>Fotografía 13:</b> Ensayo para determinar la temperatura al concreto con un termómetro digital	208
<b>Fotografía 14:</b> Ensayo para determinar el asentado de concreto con un Cono de Abrams .....	208
<b>Fotografía 15:</b> Medición de contenido de aire del concreto con una huincha .....	209
<b>Fotografía 16:</b> Acabado en las probetas de las vigas de concreto .....	209
<b>Fotografía 17:</b> Chuzado en las probetas cilíndricas de concreto .....	210
<b>Fotografía 18:</b> Curado de 7, 14 y 28 días en las probetas cilíndricas de concreto.....	210

<b>Fotografía 19:</b> Corroboration and measurement of concrete cylinder specimens at 7 days using a caliper	211
<b>Fotografía 20:</b> Test to obtain the compressive strength of concrete cylinder specimens at 7 days using a hydraulic press	211
<b>Fotografía 21:</b> Test to obtain the tensile strength of concrete cylinder specimens at 7 days using a hydraulic press	212
<b>Fotografía 22:</b> Test to obtain the flexural strength of concrete beam specimens at 7 days using a hydraulic press	212
<b>Fotografía 23:</b> Corroboration and measurement of concrete cylinder specimens at 14 days using a caliper	213
<b>Fotografía 24:</b> Test to obtain the compressive strength of concrete cylinder specimens at 14 days using a hydraulic press	213
<b>Fotografía 25:</b> Test to obtain the tensile strength of concrete cylinder specimens at 14 days using a hydraulic press	214
<b>Fotografía 26:</b> Test to obtain the flexural strength of concrete beam specimens at 14 days using a hydraulic press	214
<b>Fotografía 27:</b> Corroboration and measurement of concrete cylinder specimens at 28 days	215
<b>Fotografía 28:</b> Test to obtain the compressive strength of concrete cylinder specimens at 28 days using a hydraulic press	215
<b>Fotografía 29:</b> Test to obtain the flexural strength of concrete beam specimens at 28 days using a hydraulic press	216
<b>Fotografía 30:</b> Test to obtain the tensile strength of concrete cylinder specimens at 28 days using a hydraulic press	216

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Especificaciones Técnicas Principales de SikaFiber® CHO 80/60 NB .....	39
<b>Tabla 2:</b> Proceso de obtención de SikaFiber® CHO 80/60 NB .....	42
<b>Tabla 3:</b> Valores permisibles de concentraciones del Agua de Mezcla y curado .....	45
<b>Tabla 4:</b> Leyenda de Dosificación de Fibras de Acero .....	56
<b>Tabla 5:</b> Muestras requeridas para ensayo de resistencia a la compresión .....	56
<b>Tabla 6:</b> Muestras requeridas para ensayo de resistencia a la flexión.....	57
<b>Tabla 7:</b> Muestras requeridas para ensayo de resistencia a la tracción .....	57
<b>Tabla 8:</b> Ensayo de asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario.....	58
<b>Tabla 9:</b> Instrumentos de Recolección de Datos de NTP.....	60
<b>Tabla 10:</b> Características físicas del Sikafer 80/60 NB .....	63
<b>Tabla 11:</b> Características mecánicas del Sikafer 80/60 NB .....	65
<b>Tabla 12:</b> Características del Agregado Grueso .....	66
<b>Tabla 13:</b> Características del Agregado Fino .....	68
<b>Tabla 14:</b> Pesos en estado seco por $\text{m}^3$ de concreto .....	69
<b>Tabla 15:</b> Pesos corregidos por $\text{m}^3$ de concreto.....	70
<b>Tabla 16:</b> Asentamiento de concreto (NTP 339.035).....	71
<b>Tabla 17:</b> Contenido de Aire (NTP 339.080).....	72
<b>Tabla 18:</b> Temperatura del concreto (NTP 339.184) .....	73
<b>Tabla 19:</b> Peso Unitario del Concreto (NTP 339.046).....	74
<b>Tabla 20:</b> Promedio a la Resistencia a la Compresión de las muestras.....	76
<b>Tabla 21:</b> Promedio a la Resistencia a la Flexión de las muestras .....	77

---

<b>Tabla 22:</b> Promedio a la Resistencia a la Tracción de las muestras .....	79
<b>Tabla 23:</b> Matriz de Consistencia.....	94
<b>Tabla 24:</b> Matriz de Operacionalización de Variables .....	96

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1:</b> Matriz de Consistencia .....	93
<b>Anexo 2:</b> Matriz de Operacionalización de Variables .....	95
<b>Anexo 3:</b> Formato de ensayo N°001-AGREFINO-CANTMIL.....	97
<b>Anexo 4:</b> Formato de ensayo N°002-AGREFINO-CANTMIL.....	102
<b>Anexo 5:</b> Formato de ensayo N°003-DISEMEZ-CANTMIL.....	107
<b>Anexo 6:</b> Formato de ensayo N°004-PROFISI-CANTMIL.....	111
<b>Anexo 7:</b> Formato de ensayo N°005-PROMECA-CANTMIL.....	113
<b>Anexo 8:</b> Ficha Técnica de SikaFiber® CHO 80/60 NB .....	126
<b>Anexo 9:</b> Diseño de Mezcla.....	126
<b>Anexo 10:</b> Resultados de los ensayos realizados a los agregados finos y gruesos .....	130
<b>Anexo 11:</b> Ensayos del concreto en Estado Fresco .....	139
<b>Anexo 12:</b> Ensayos para Determinar la Resistencia a la Compresión .....	141
<b>Anexo 13 :</b> Ensayos para Determinar la Resistencia a la Flexión .....	154
<b>Anexo 14:</b> Ensayos para Determinar la Resistencia a Tracción .....	167
<b>Anexo 15:</b> Certificados de calibración de equipos .....	180
<b>Anexo 16 :</b> Panel Fotográfico .....	201

## **RESUMEN**

Esta investigación se elaboró con el objetivo de evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  con la adición de porcentajes de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB, elaborado en la ciudad de Trujillo. Mediante un diseño cuasiexperimental. Dichas muestras realizadas conto con dosificaciones de fibra de 0.0% (F.A 0.0% - M1), 2.5% (F.A 2.5% - M2), 5.0% (F.A 5.0% - M3) y 7.5% (F.A 7.5% - M4).

Para la obtención de la relación de agua/cemento de 0.56, debido a las características de los agregados de la cantera “El Milagro”, y al asentamiento asignado de 6”-7” para un diseño de mezcla más fluido.

Para la evaluación de las propiedades físicas, se recolectaron 48 muestras de concreto fresco. Donde se evidencio una disminución de 33.73% y 1.53% de asentamiento y temperatura respectivo en la muestra F.A 7.5% - M4, y F.A 2.5% - M2 y F.A 5.0% - M3, y un aumento de 38.4% y 1.83% de contenido de aire y peso de aire respectivo en las muestras F.A 7.5% - M4 comparando F.A 0% - M1. De manera simultánea, se analizaron 108 muestras de concreto para la evaluación de las propiedades mecánicas, a las edades de 7, 14 y 28 días. La resistencia a la compresión se obtuvo una disminución de 7.25% en las muestras F.A 7.5% - M4, y las resistencias de flexión y tracción se obtuvo un 35.24% y 20.94% de mayor resistencia requerida en las muestras con F.A 7.5% - M4 comparando F.A 0% - M1.

***Palabras claves: propiedad física, mecánica, fibra, acero.***

## ABSTRACT

This research was conducted to evaluate the physical and mechanical properties of concrete ( $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) with the addition of SikerFiber® CHO 80/60 NB steel fibers, produced in the city of Trujillo. A quasi-experimental design was used. The samples were prepared with fiber dosages of 0.0% (F.A 0.0% - M1), 2.5% (F.A 2.5% - M2), 5.0% (F.A 5.0% - M3), and 7.5% (F.A 7.5% - M4).

To obtain the water/cement ratio of 0.56, due to the characteristics of the aggregates from the “El Milagro” quarry, and the assigned slump of 6”-7” for a more fluid mix design.

For the evaluation of physical properties, 48 samples of fresh concrete were collected. A decrease of 33.73% and 1.53% in slump and temperature, respectively, was observed in samples F.A 7.5% - M4, F.A 2.5% - M2, and F.A 5.0% - M3. An increase of 38.4% and 1.83% in air content and air weight, respectively, was observed in samples F.A 7.5% - M4 compared to F.A 0% - M1. Simultaneously, 108 concrete samples were analyzed for the evaluation of mechanical properties at ages of 7, 14, and 28 days. The compressive strength showed a decrease of 7.25% in the F.A 7.5% - M4 samples, and the flexural and tensile strengths showed 35.24% and 20.94% greater strength required in the samples with F.A 7.5% - M4 compared to F.A 0% - M1.

***Keywords: physical property, mechanical properties, fiber, steel.***

## CAPITULO 1: INTRODUCCION

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados a nivel mundial, representando aproximadamente el 70 % de los materiales empleados en infraestructuras civiles, especialmente en elementos estructurales como losas, pavimentos y edificaciones industriales. A pesar de su elevada resistencia a la compresión, el concreto presenta una resistencia a la tracción que equivale aproximadamente entre el 8 % y el 12 % de su resistencia a la compresión, lo que lo hace altamente susceptible a la fisuración temprana. Diversos estudios técnicos señalan que más del 60 % de las patologías estructurales en losas de concreto se encuentran asociadas a fisuras originadas por retracción, flexión y fatiga, generando incrementos de hasta 30 % en los costos de mantenimiento y reparación durante la vida útil de las estructuras (Neville, 2011).

En el ámbito internacional, la investigación sobre materiales compuestos ha demostrado que la incorporación de fibras de acero en el concreto permite mejorar significativamente sus propiedades físicas y mecánicas. Se han reportado incrementos que oscilan entre 15 % y 35 % en la resistencia a la flexión, así como mejoras superiores al 40% en la tenacidad y capacidad de absorción de energía, en comparación con el concreto convencional. Asimismo, la presencia de fibras de acero contribuye a una reducción de hasta 50 % en la apertura y propagación de fisuras, mejorando el comportamiento postfisuración y la durabilidad de las losas de concreto. No obstante, estos resultados dependen de la dosificación de fibras, el diseño de mezcla y las condiciones ambientales, lo que evidencia la necesidad de estudios experimentales específicos para cada contexto.

En el contexto nacional, el crecimiento sostenido del sector construcción ha incrementado de manera significativa el uso de losas de concreto en edificaciones residenciales, comerciales e industriales. Sin embargo, el empleo de diseños tradicionales sin refuerzos complementarios continúa generando problemas recurrentes, como fisuración excesiva y desgaste prematuro, especialmente en losas fabricadas con resistencias intermedias como  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Estas deficiencias estructurales afectan directamente la vida útil de las edificaciones y generan mayores costos asociados a reparaciones y refuerzos correctivos.

A nivel local, en la ciudad de Trujillo, región La Libertad, se observa una alta demanda de losas de concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , principalmente por criterios económicos y normativos. No obstante, evaluaciones técnicas evidencian que un porcentaje significativo de estas losas presenta fisuración por retracción plástica, deficiencias en la resistencia a la flexión y desgaste superficial prematuro, situaciones que se ven agravadas por condiciones ambientales propias de la zona, como la humedad, la salinidad y la exposición constante a cargas de servicio. Estas condiciones comprometen el desempeño estructural y la seguridad de las edificaciones, haciendo necesaria la evaluación de alternativas de mejora del material.

En este contexto, la presente investigación adquiere relevancia técnica y científica al evaluar cuantitativamente la influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas de una losa de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo – La Libertad. El estudio aporta evidencia empírica en un rango de resistencia intermedia que ha sido menos abordado en investigaciones previas, las cuales se han centrado mayoritariamente en concretos de mayor resistencia. Asimismo, los resultados permiten desarrollar criterios

técnicos y guías de dosificación adaptadas a los agregados locales de la región La Libertad, facilitando recomendaciones aplicables a normativas regionales y municipales. De esta manera, la investigación promueve prácticas constructivas más sostenibles, eficientes y económicamente viables en la ejecución de losas de concreto para viviendas de ingresos medios, alineadas con los objetivos de la Agenda 2030, optimizando el uso de recursos y contribuyendo a la reducción de vulnerabilidades sísmicas y ambientales en contextos urbanos como Trujillo.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo influye la adición de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con una resistencia de  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en losas de concreto en Trujillo, La Libertad?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB?
- ¿Cuál es la relación agua/cemento (a/c) adecuada para los diseños de mezcla de concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB?
- ¿Cómo varían las propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) y las propiedades mecánicas (resistencia a la flexión, compresión y tracción) del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB?

## 1.3. Objetivos de la Investigación

### 1.3.1 Objetivo General

- Evaluar la influencia de las Fibras de Acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en las Propiedades Físicas y Mecánicas en Losa de Concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo – La Libertad.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer las características físicas y mecánicas de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB.
- Determinar la relación agua/cemento para los diseños de mezclas de concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB.
- Determinar las propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) y mecánicas (resistencia de flexión, compresión y tracción) del concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB para evaluar la influencia.

## 1.4. Formulación de Hipótesis

La incorporación de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en las losas de concreto en la ciudad de Trujillo, La Libertad, influye significativamente en el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## **1.5. Justificación e Importancia**

### **1.5.1. Justificación**

El trabajo de investigación tuvo un propósito principal de evaluar la influencia de fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas de concreto. Esta investigación se justificó en varios ámbitos: metodológico, teórico, práctico, económico y social.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación adoptó un enfoque cuantitativo y experimental, lo cual permitió obtener resultados objetivos y medibles sobre el comportamiento del concreto con fibras de acero. A través del diseño de mezclas, y los ensayos de laboratorio, se buscó establecer comparaciones con un análisis estadístico descriptivo e inferencial entre las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón y del concreto reforzado con diferentes porcentajes de fibra de aceros.

Desde el enfoque teórico, a pesar de que la investigación presentó diversos estudios relacionados con el uso de fibras de acero en el concreto, se identificó una brecha significativa de conocimiento en cuanto a la evaluación sistemática de sus efectos específicos en concentraciones del 2.5%, 5.0% y 7.5%. Estos porcentajes, si bien son técnicamente viables, no habían sido suficientemente abordados en investigaciones previas, lo que limitó la comprensión completa de su influencia en las propiedades físicas y mecánicas en losas de concreto.

En el plano práctico, la presente tesis respondió a una necesidad concreta del sector construcción en la región La Libertad, donde las condiciones sísmicas, climáticas y urbanísticas demandan soluciones estructurales más resistentes, y

---

duraderas. La losa de concreto es un elemento fundamental en edificaciones residenciales, comerciales e industriales; por tanto, cualquier mejora en su eficiencia representa mejoras en la calidad y seguridad de las construcciones.

Desde un punto de vista económico la adición de las fibras de acero al concreto para hacerlo más resistente pudo resistir considerablemente los costes de sostenimiento y restauración con el paso del tiempo. Esto tuvo un impacto económico positivo en los sectores públicos y privado.

Desde una perspectiva social, se apuntó a reconocer las propiedades beneficiosas de este aditivo con el objetivo de desarrollar losas de concreto que ha sido más resistentes y tuvo una mayor durabilidad en las edificaciones tanto en el sector público y privado en la ciudad de Trujillo.

### **1.5.2. Importancia**

El propósito de esta tesis fue proporcionar soluciones concretas para diseñar losas de concreto más duraderas, sostenibles y rentables. Al examinar cómo afectaron las fibras de acero a las cualidades del concreto, pudimos mejorar el sector de la construcción y sus efectos medioambientales, lo que benefició tanto a las comunidades cercanas como el sector en su conjunto. Además, esta tesis tuvo como objetivo identificar nuevas direcciones para la investigación y el desarrollo de tecnologías de construcción más avanzadas en beneficio de la industria y la sociedad.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes de Investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según los investigadores chinos, Ran et al (2021), en su estudio titulado “Mechanical properties of concrete reinforced with corrugated Steel fiber under uniaxial compression and tension”, se analizó la influencia del volumen de fibras de acero corrugadas (0-3% volumétrico) y la resistencia de la matriz de concreto (clases C30 y C40, 30-40 MPa) en el comportamiento mecánico bajo compresión y tracción uniaxial, preparando probetas con fibras de 30 mm de longitud y 0.5 mm de diámetro (corrugadas para mejor anclaje), sometidas a ensayos de compresión según GB/T 50081, tracción por splitting y flexión, complementados con 56 registros de estudios previos, para evaluar resistencia a compresión y tracción, módulo elástico, ductilidad (por absorción de energía) y modelos predictivos en concreto fibrado. Los resultados indicaron mejoras con mayor volumen de fibras y resistencia de matriz, donde SC40-3 (3% fibras en C40) superó al concreto de referencia C40-0 (42.5 MPa en compresión, 3.2 MPa en tracción) con +94% en tracción (6.2 MPa) y +25-30% en compresión (53-55 MPa), para 1-2% de fibras: +40-70% en tracción y +10-20% en compresión; módulo elástico +15-20% en compresión (32-35 GPa vs. 28 GPa) y +30-40% en tracción (42-45 GPa vs. 32 GPa, 1.3 veces superior), ductilidad +150-200% en absorción de energía y -50-60% en anchura de fisuras, más notable en C40 (+20-25% en transferencia de cargas). Las conclusiones destacaron el efecto favorable en resistencia (hasta 94% en tracción, 30% en compresión), módulo elástico (15-40%) y ductilidad (150-200%), enfatizando tracción y control post-fisuración, recomendando 2-3% de volumen para balance óptimo en estructuras sísmicas o de alto rendimiento, extendiendo durabilidad bajo cargas repetidas.

En Pakistán, según el científico Khan et al. (2021), en su estudio titulado “Mechanical Properties of Steel-Fiber-Reinforced Concrete”, se analizó cuantitativamente la influencia del contenido de fibras de acero (0–2% en volumen) en el desempeño mecánico del concreto estructural, con el objetivo de determinar cómo la incorporación progresiva de estas fibras modifica parámetros esenciales como la resistencia, la rigidez, la tenacidad, el comportamiento post-fisuración y la capacidad de control de micro y macrofisuras. Para ello, los investigadores desarrollaron una serie de mezclas con resistencias iniciales comprendidas entre  $f'c$  30 y 50 MPa, incorporando fibras metálicas de 30–60 mm de longitud y relaciones de aspecto de 40–80, distribuidas en proporciones de 0%, 0.5%, 1% y 2% del volumen total. Las probetas fueron sometidas a ensayos normalizados bajo las normas ASTM C39 para resistencia a compresión, ASTM C1609 para resistencia y ductilidad en flexión, y ASTM C496 para tracción indirecta, complementándose el análisis con más de 40 registros experimentales provenientes de estudios previos que permitieron validar tendencias y ajustar comparaciones. Los resultados evidenciaron mejoras cuantitativas significativas: aumentos de +30–80% en tracción indirecta, +50–120% en resistencia a flexión acompañados de un comportamiento pos-fisuración hasta 3 veces superior, incrementos de +5–20% en resistencia a compresión, mejoras de +10–25% en módulo elástico y un aumento notable de +150–250% en tenacidad estructural, además de una reducción del ancho de fisuras entre 40–70%, dependiendo del porcentaje de fibras. Finalmente, las conclusiones cuantitativas indicaron que la inclusión de fibras permitió potenciar en un 120% la resistencia a flexión, en 80% la tracción, en 20% la compresión, en 25% la rigidez y en 250% la capacidad de absorción de energía,

recomendándose un contenido óptimo de 1–2% debido a que este rango genera incrementos superiores al 100% en las propiedades mecánicas más críticas del concreto reforzado.

En Londres, Heidarzadeh (2022) desarrolló el estudio titulado “Steel Fibre Reinforced Concrete at High Strain Rates”, donde se evaluó el comportamiento del concreto con 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de fibras de acero frente a cargas aplicadas a velocidades muy altas, utilizando el ensayo Split Hopkinson Pressure Bar (SHPB), un método que permite aplicar impactos con velocidades superiores a  $100\text{--}150 \text{ s}^{-1}$  para medir en milisegundos la resistencia, la deformación y la capacidad de absorción de energía. Además, los datos experimentales fueron validados mediante modelos numéricos con un nivel de ajuste mayor a 0.95, asegurando precisión en la interpretación del comportamiento real. Los resultados mostraron que la mezcla con 0.5 % de fibras incrementó su resistencia dinámica a compresión entre 28 % y 35 %, mientras que con 1.0 % este aumento alcanzó 42–49 %, y con 1.5 % llegó a valores cercanos a 55–58 %; algo similar ocurrió en la resistencia a tracción, donde los incrementos fueron de 55 %, 73 % y 88 %, respectivamente. También se observó que la tenacidad, es decir, la capacidad del concreto para seguir resistiendo después de fisurarse, aumentó entre 70 % y 140 %, dependiendo de la cantidad de fibras, mientras que la energía total absorbida antes del colapso creció entre 60 % y 180 %, lo que significa que el material fue capaz de almacenar hasta casi el triple de energía comparado con un concreto sin fibras. Asimismo, se registró una reducción en la apertura de grietas de 45–52 %, una disminución en la velocidad de avance de fisuras de 50–65 %, un aumento en la deformación final de 25–40 %, y una reducción en la pérdida de rigidez de aproximadamente 30–35 %, frente a pérdidas superiores al 60 % en concretos tradicionales. En conjunto, estos valores evidencian que al incorporar fibras de acero el

concreto puede aumentar su resistencia en más de la mitad, duplicar e incluso triplicar su capacidad de disipar energía, reducir a la mitad la extensión y el avance de fisuras y mejorar notablemente su ductilidad, lo que demuestra un comportamiento mucho más estable, resistente y duradero, especialmente en elementos como losas sometidas a vibración, impacto o cargas rápidas, donde este tipo de material ofrece ventajas que superan ampliamente al concreto convencional.

En Colombia, según Sandoval-Siesquen (2025) en su investigación titulada "Effects of the incorporation of steel fibers with plasticizer additive in concrete", se evaluó el impacto combinado de fibras de acero (0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% en volumen, fibras enganchadas de 35 mm x 0.6 mm) y aditivo plasticizer (0%, 1%, 2% por peso de cemento, policarboxilato) en propiedades frescas y endurecidas de concreto para aplicaciones estructurales sostenibles, preparando 36 mezclas con probetas cilíndricas (150 mm x 300 mm) y prismáticas (100 mm x 100 mm x 500 mm) usando cemento Portland tipo I (40 MPa inicial), agregados silíceos y w/c 0.42, evaluando frescas con slump ASTM C143 y V-funnel para fluidez, endurecidas a 28 días con compresión C39, tracción splitting C496, flexión C78 y absorción C642, analizadas con ANOVA para interacciones y significancia, promoviendo mezclas eficientes con menor agua y mayor viabilidad ecológica; los resultados mostraron que fibras y plasticizer mejoran propiedades, contrarrestando la pérdida de trabajabilidad por fibras: mezcla referencia (0% fibras/plasticizer) con slump 120 mm, compresión 42 MPa, tracción 3.5 MPa, flexión 4.9 MPa y absorción 5.2%; 1.5% fibras sin plasticizer: slump -45% (66 mm), comp +25% (52.5 MPa), tracción +48% (5.2 MPa), flexión +55% (7.6 MPa), absorción -15% (4.4%); +2% plasticizer con 1.5% fibras: slump +110% (139 mm vs. sin aditivo), manteniendo mecánicas (comp 51 MPa, tracción

5.0 MPa, flexión 7.4 MPa) y absorción -28% (3.7%) por mejor dispersión y menor porosidad; intermedios (1.0% fibras +1% plasticizer): +18% comp (49.6 MPa), +35% tracción (4.7 MPa), +42% flexión (7.0 MPa), con plasticizer amplificando beneficios 20-30% en altas dosis (ANOVA  $p<0.05$ ) y durabilidad favorecida (-25% permeabilidad efectiva en optimizadas); las conclusiones destacaron que fibras con plasticizer equilibran trabajabilidad y rendimiento, logrando +21% compresión, +43% tracción y +51% flexión en óptima (1.5% fibras +2% plasticizer), compensando -45% fluidez inicial y reduciendo absorción 28% para vigas/columnas con menor segregación, extendiendo durabilidad 35% (menor penetración fluidos) y permitiendo -10% agua sin perder resistencia, ideal para construcciones tropicales sostenibles; desfavorable >1.5% fibras sin plasticizer (-40% trabajabilidad, +20% porosidad), recomendando  $\leq 2\%$  plasticizer para cohesión y 1.0-1.5% fibras como óptimo, validando modelos de interacción para predecir comportamiento en diseños ecológicos.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Según Toroverero (2022), en su investigación titulada “Incorporación de fibra de acero en un concreto  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, Cajamarca-2022”, se evaluó el impacto de fibras de acero (0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% en volumen, fibras rectas con ganchos de 30 mm x 0.5 mm) y tiempo de curado (7 vs. 28 días en húmedo) en propiedades físicas y mecánicas de concreto de baja resistencia ( $F'c 21 \text{ MPa}$ ) para edificaciones rurales y sismorresistentes, preparando 24 mezclas con probetas cilíndricas (150 mm x 300 mm) y cubos (150 mm) usando cemento Portland tipo I, agregados volcánicos locales y w/c 0.55, evaluando físicas con densidad/absorción/porosidad ASTM C642 y mecánicas a 7/28 días con compresión C39,

tracción splitting C496 y flexión C78, analizadas con ANOVA para interacciones y significancia, promoviendo construcciones económicas en regiones andinas; los resultados mostraron mejoras con fibras, más pronunciadas en curado extendido: mezcla referencia (0% fibras, 28d) con compresión 21 MPa, tracción 2.1 MPa, flexión 3.2 MPa, densidad 2.25 g/cm<sup>3</sup> y absorción 6.8%; 1.5% fibras a 28d: +28% comp (26.9 MPa), +52% tracción (3.2 MPa), +60% flex (5.1 MPa), +4% dens (2.34 g/cm<sup>3</sup>), -22% abs (5.3%) por menor microfisuración; a 7d: +15% comp (24.2 MPa), +30% tracción (2.7 MPa), acelerando desarrollo 18%; intermedios (1.0% fibras 28d): +18% comp (24.8 MPa), +38% tracción (2.9 MPa), +45% flex (4.6 MPa), con curado amplificando beneficios 25-35% (ANOVA  $p<0.05$ ) y porosidad -20% en optimizadas; las conclusiones indicaron que fibras potencian propiedades en concreto  $F'c=21$  MPa, logrando +28% compresión, +52% tracción y +60% flexión en óptima (1.5% fibras 28d), mitigando fragilidad, reduciendo absorción 22% y elevando tenacidad 150% para viviendas sismorresistentes y pavimentos rurales, extendiendo vida útil 40% por menor porosidad/densidad mejorada en entornos húmedos/sísmicos de Cajamarca; desfavorable <0.5% fibras (solo -8-12% abs, fallos 25% más rápidos en dinámicas), recomendando  $\leq 1.5\%$  para trabajabilidad y evitando aglomeraciones, validando modelos de interacción para predecir comportamiento en diseños sostenibles equilibrando físicas, mecánicas y durabilidad.

Maceda & Samillan (2021) en su estudio titulado “Incorporación de fibras de acero en concreto estructural  $F'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  para incrementar su resistencia mecánica, la Victoria, Chiclayo, Lambayeque, 2021”, se evaluó el efecto de fibras de acero (0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% en volumen, fibras enganchadas de 25 mm x 0.5 mm) y tiempo de curado (7 vs. 28 días en húmedo) en resistencias mecánicas de concreto estructural de baja resistencia

( $F'c = 21 \text{ MPa}$ ) para edificaciones urbanas/semi-rurales en zonas sísmicas, preparando 24 mezclas con probetas cilíndricas (150 mm x 300 mm) y prismas (100 mm x 100 mm x 400 mm) usando cemento Portland tipo I, agregados locales de río/arena de Chiclayo y w/c 0.50, evaluando a 7/28 días con compresión C39, tracción splitting C496, flexión a tres puntos C78 y deformaciones con extensómetros, analizadas con ANOVA para interacciones y curvas esfuerzo-deformación para ductilidad, promoviendo marcos sísmicos y losas en regiones costeras norteñas peruanas; los resultados demostraron incrementos significativos con fibras, mayores en curado prolongado: mezcla referencia (0% fibras, 28d) con compresión 21 MPa, tracción 2.2 MPa, flexión 3.4 MPa; 1.5% fibras a 28d: +24% comp (26.0 MPa), +55% tr (3.4 MPa), +65% flex (5.6 MPa), ductilidad +130% (deflexión 8 mm vs. 3.5 mm); a 7d: +12% comp (23.5 MPa), +32% tr (2.9 MPa), +40% flex (4.8 MPa), acelerando endurecimiento 15%; intermedios (1.0% fibras 28d): +16% comp (24.4 MPa), +40% tr (3.1 MPa), +50% flex (5.1 MPa), con curado potenciando efectos 20-30% (ANOVA  $p < 0.01$ ) y tenacidad post-fisuración +140% en optimizadas, reduciendo colapso frágil; las conclusiones destacaron que fibras incrementan resistencia mecánica en concreto  $F'c = 21 \text{ MPa}$ , logrando +24% compresión, +55% tracción y +65% flexión en óptima (1.5% fibras 28d), mejorando ductilidad 130% y absorción energía 140% para estructuras sísmicas como columnas/vigas en La Victoria, Chiclayo, extendiendo vida útil 35% bajo dinámicas y favoreciendo diseños seguros/económicos en alto riesgo sísmico norte peruano; desfavorable <0.5% fibras (solo +5-10% tr, fallos 20% más rápidos en sísmicas), recomendando  $\leq 1.5\%$  para trabajabilidad y evitando segregación, validando modelos para predecir resistencias en diseños sostenibles equilibrando mecánica, ductilidad y economía.

Según Alarcón y Barboza (2024) desarrollaron el estudio titulado Adición de fibras de acero para mejorar la resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Chiclayo – 2024, con el objetivo de analizar el efecto de incorporar fibras metálicas en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% del volumen total de la mezcla sobre el comportamiento mecánico del concreto. Para ello caracterizaron los agregados locales, obteniendo en el agregado fino un módulo de fineza de 2.94, absorción de 1.82%, densidad aparente de  $2.61 \text{ g/cm}^3$  y humedad promedio de 0.50%, mientras que el agregado grueso registró un tamaño máximo nominal de  $3/4"$ , abrasión Los Ángeles de 22.41%, y pesos unitarios de  $1493.48 \text{ kg/m}^3$  (suelto) y  $1735.07 \text{ kg/m}^3$  (compactado). Se diseñó una mezcla patrón con un  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , una relación agua/cemento de 0.58, un consumo de 320 kg de cemento/ $\text{m}^3$ , y se fabricaron 108 probetas cilíndricas junto con 36 vigas prismáticas, sumando 144 especímenes, ensayados a compresión, tracción por división, flexión y módulo de elasticidad a los 7, 14 y 28 días, comparándolos con el concreto sin fibras. Los resultados confirmaron una variación directa entre el incremento de fibra y la mejora mecánica, mostrando el 0.5% aumentos cercanos a 6% en compresión, 9% en tracción, 11% en flexión y un ascenso de 3% en rigidez; el 1.0% elevó dichos valores a aproximadamente 12%, 16%, 19% y 5%, respectivamente; mientras que el 1.5% alcanzó los valores más altos, con incrementos de alrededor de 18% en compresión, 22% en tracción, 25% en flexión, 8% en módulo de elasticidad, y un incremento adicional del 14% en la capacidad de absorción de energía ante cargas repetitivas. En contraparte, se registró una reducción del 2% al 5% en el asentamiento según el porcentaje incorporado, lo cual disminuyó la trabajabilidad inicial sin afectar la compactación final. En sus conclusiones, los autores indicaron que la incorporación de fibras produce un reforzamiento efectivo del material, especialmente con contenidos

iguales o superiores al 1%, ya que estos no solo elevan las resistencias en edades tempranas y finales, sino que también incrementan la durabilidad frente a fisuración temprana en aproximadamente 10%, mejoran la ductilidad del concreto en cerca de 15%, y aumentan la resistencia residual post-falla en hasta 20%, permitiendo que el concreto mantenga mayor integridad después de alcanzar su carga máxima. Asimismo, resaltaron que el 1.5% constituye el nivel que genera el mejor desempeño estructural global, superando al concreto patrón en más de 20% en la mayoría de parámetros evaluados, consolidándose como una alternativa recomendable para elementos sometidos a flexión, impactos o esfuerzos cíclicos, mientras que porcentajes menores continúan siendo útiles cuando se buscan mejoras moderadas con menor afectación a la trabajabilidad.

Espinoza A. (2023), en su investigación titulada “Propiedades físicas y mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero aplicadas en losas de uso estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, analizó la incorporación de fibras de acero en concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$  para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas en losas estructurales, reduciendo fisuras, aumentando ductilidad y absorción de energía, y disminuyendo la dependencia del refuerzo tradicional como barras de acero. El estudio consideró cuatro contenidos de fibra: 0% (mezcla control), 0.50%, 1.00% y 1.50% en volumen, elaborando un total de 48 especímenes entre cilindros (para compresión), vigas (para flexión) y losas pequeñas (para simulación estructural), todos ensayados bajo normas ASTM, incluyendo pruebas de compresión (ASTM C39), flexión (ASTM C78), tracción indirecta (ASTM C496), tenacidad (ensayos de carga-descarga) y propiedades físicas (ASTM C642). Para la mezcla se emplearon fibras rectas o corrugadas de 30 a 60 mm de longitud y 0.5 a 1 mm de diámetro, con cemento Portland, agregados finos y gruesos, y curado de 28 días, evaluando densidad ( $2.4-2.5 \text{ g/cm}^3$ ),

absorción de agua (3-5%), porosidad, resistencia a compresión, flexión y tracción, control de grietas, deflexiones (hasta 10 mm en losas) y tenacidad (energía absorbida en J). Los resultados mostraron incrementos en compresión de 10% para 0.50% de fibras (alcanzando 231 kg/cm<sup>2</sup>), 13% para 1.00% (236 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% para 1.50% (241 kg/cm<sup>2</sup>) frente a la mezcla control de 210 kg/cm<sup>2</sup>. En flexión, la mejora fue de 20% con 0.50% (de 4.5 MPa a 5.4 MPa), 28% con 1.00% (de 4.5 MPa a 5.76 MPa) y 32% con 1.50% (de 4.5 MPa a 5.94 MPa). En tracción indirecta se registraron aumentos de 15% (de 2.8 MPa a 3.22 MPa) para 0.50%, 25% (de 2.8 MPa a 3.5 MPa) para 1.00% y 35% (de 2.8 MPa a 3.78 MPa) para 1.50%. Además, la apertura de grietas se redujo entre 35% y 60%, disminuyendo de 0.50 mm en la mezcla convencional a 0.33 mm con 0.50%, 0.25 mm con 1.00% y 0.20 mm con 1.50%, mientras que la tenacidad presentó mejoras significativas, duplicándose con 0.50% (de 500 J a 1000 J), triplicándose con 1.00% (1500 J) y cuadruplicándose con 1.50% (2000 J), con deflexiones en losas aumentando de 5 mm en control a 8-10 mm con fibras sin colapso. El estudio determinó que un contenido de 1.00-1.50% ofrece el mejor desempeño global, incrementando notablemente la resistencia a flexión y tracción, reduciendo la apertura de grietas hasta en 60% y aumentando la capacidad de absorción de energía en un 300-400%, recomendando un intervalo óptimo entre 0.75% y 1.50% para aplicaciones estructurales en zonas sísmicas o de alto tráfico, con consideraciones para viscosidad en mezclado.

Rivera (2024), en su investigación titulada “Optimización del refuerzo de losas de concreto mediante fibras de acero grado estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, analizó la incorporación de fibras de acero en losas de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> para mejorar su comportamiento mecánico y disminuir la dependencia del refuerzo tradicional. El estudio

consideró tres contenidos de fibra: 0%, 0.50% y 1.00% en volumen, elaborando 36 especímenes entre cilindros, vigas y losas pequeñas ensayadas bajo normas ASTM, incluyendo pruebas de compresión (ASTM C39), flexión (ASTM C78) y tracción indirecta (ASTM C496). Para la mezcla se emplearon fibras hook-ended de 30 a 60 mm, evaluando resistencia, control de grietas, deflexiones y tenacidad. Los resultados mostraron incrementos en compresión de 6% para 0.50% de fibras y 11% para 1.00%, alcanzando alrededor de 22.3 y 23.3 MPa frente a la mezcla control. En flexión, la mejora fue más notable, pasando de 4.0 MPa en la mezcla sin fibras a 5.12 MPa (+28%) con 0.50% y a 6.20 MPa (+55%) con 1.00%. En tracción indirecta se registraron aumentos de 18% y 37% para 0.50% y 1.00% respectivamente. Además, la apertura de grietas se redujo entre 35% y 60%, disminuyendo de 0.50 mm en la mezcla convencional a valores entre 0.20 y 0.33 mm con fibras. La tenacidad también presentó mejoras significativas, duplicándose con 0.50% y llegando a ser más del doble con 1.00%. El estudio determinó que un contenido de 1.00% ofrece el mejor desempeño global, ya que incrementa notablemente la resistencia a flexión y tracción, reduce la apertura de grietas hasta en 60% y aumenta la capacidad de absorción de energía, recomendando un intervalo óptimo entre 0.75% y 1.00% para aplicaciones estructurales.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

Iparraguirre (2024) desarrolló el estudio titulado “Influencia de incorporar fibras metálicas en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  para elementos estructurales, Trujillo – 2024”, donde se evaluó el comportamiento de un concreto de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al adicionar fibras metálicas tipo end-hooked en proporciones de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % por volumen, con la finalidad de analizar su aplicabilidad en elementos

estructurales como losas, vigas y diafragmas. La metodología incluyó la elaboración de mezclas controladas bajo la norma ASTM, empleando probetas cilíndricas para ensayos de compresión (C39) y tracción por división (C496), y prismas para ensayos de flexión (C78) evaluados a 7, 14 y 28 días; se controlaron además variables físicas como densidad, trabajabilidad, absorción y microfisuración superficial, comparando los resultados con un concreto patrón sin fibras. Los resultados revelaron que la mezcla convencional alcanzó resistencias promedio cercanas a  $210\text{--}225 \text{ kg/cm}^2$  a 28 días, mientras que las mezclas con fibras lograron incrementos progresivos: con 0.5 % de fibra los valores aumentaron entre 8 % y 12 %, con 1.0 % se registraron incrementos de 14 % a 18 %, y con 1.5 % se alcanzaron mejoras máximas de 20 % a 24 %, llegando a valores finales de  $260\text{--}278 \text{ kg/cm}^2$ , destacándose además un aumento en la resistencia a tracción entre 30 % y 55 %, y en la resistencia a flexión entre 25 % y 40 % según la dosificación empleada. Se evidenció también una disminución de 35–45 % en la aparición y apertura de microfisuras tempranas, una reducción en la absorción entre 10 % y 18 %, y un aumento en la ductilidad post-pico de aproximadamente 50–70 %, mostrando patrones de falla menos frágiles y con mayor capacidad de redistribución de esfuerzos. La conclusión del estudio señala que la incorporación de fibras metálicas permite incrementar la resistencia del concreto en más del 20 %, mejorar significativamente su tracción y flexión, disminuir la fisuración en casi la mitad, y elevar la capacidad de deformación del material, lo que demuestra que el concreto fibroreforzado es una alternativa altamente eficiente y viable para losas estructurales, especialmente cuando se busca mejorar el desempeño mecánico sin modificar la resistencia nominal del diseño original.

Según Barrueto y Monsefú (2021), en Trujillo, en su estudio experimental titulado “Análisis comparativo entre concreto tradicional y concreto con fibras de acero más superplastificante, para la construcción de viviendas en Trujillo – 2021”, se evaluó el efecto de incorporar  $30 \text{ kg/m}^3$  de fibra de acero tipo end-hooked (anclada) junto con 0.8 % de superplastificante en un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , considerando su aplicación en losas estructurales de viviendas. Se elaboraron mezclas para ensayos de compresión (ASTM C39) y flexión (ASTM C78) a edades de 7, 14 y 28 días, preparando probetas cilíndricas y prismáticas con agregados locales y relación agua/cemento controlado; la mezcla patrón (0 % fibras) fue comparada con la mezcla modificada, evaluando además aspectos físicos como trabajabilidad, cohesión y presencia de microfisuración superficial. Los resultados mostraron que la mezcla convencional alcanzó, a 28 días, una resistencia promedio de  $343.43 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que el concreto con fibras y superplastificante llegó a  $364.75 \text{ kg/cm}^2$ , logrando un incremento de +6.2 % en compresión, mientras que a 14 y 7 días registró aumentos de +5.8 % y +4.1 %, respectivamente, demostrando una ganancia mecánica progresiva. En flexión, la mezcla reforzada alcanzó valores entre 4.2 y 4.5 MPa, con incrementos del +9 % al +12 % frente al concreto tradicional (3.8–4.0 MPa), reforzando la idea de que las fibras aportan un puenteo eficiente de fisuras. Asimismo, se evidenció una reducción aproximada de 35–40 % en la formación de microfisuras iniciales, atribuido a la capacidad de las fibras para limitar la apertura y propagación de grietas; la trabajabilidad mostró una ligera disminución del 8–10 %, compensada por la acción del superplastificante, que permitió mantener revestimientos adecuados sin pérdida significativa de homogeneidad. La densidad del concreto permaneció estable (variaciones <2 %), mientras que la cohesión interna mejoró perceptiblemente, observándose un patrón

de rotura más dúctil en las probetas reforzadas. En conclusión, se constató que la combinación de fibra de acero + superplastificante permite mejoras globales entre 4 % y 12 % en resistencia mecánica, incrementos del 35–40 % en control de fisuración, mayor ductilidad en la etapa post-pico ( $\approx +25$ –30 % en deformación última), y una respuesta más estable ante cargas repetitivas; estos resultados respaldan el uso de concreto reforzado con fibras de acero como una alternativa eficaz para losas de viviendas en Trujillo, optimizando su comportamiento ante flexión, reduciendo la vulnerabilidad a microfisuras y aumentando la durabilidad sin alterar el diseño estructural convencional.

## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Fibras**

**Concepto.** Según Piqueras (2017) las fibras son pequeños hilos. Pueden estar hecho de plástico o metal. Cuando se estira se forma en todas las direcciones, creando un producto fuerte, curvo, táctil y duradero.

#### **Clasificación de las Fibras**

**Fibras de Acero.** Marmol (2010) son piezas cortas de acero con secciones transversales pequeñas, que se conectan al concreto durante la etapa de preparación para obtener una mezcla equilibrada y consistente. En comparación con el concreto, las fibras metálicas son más elásticas, tienen mayor resistencia a la tracción y se adhieren a la matriz tan bien o mejor.

- **Fibras CHO 80/60 NB.** Son fibras de acero trefilado reforzado con recubrimiento y son diseñadas para incorporarse uniformemente en el concreto, mejorando su ductilidad, tenacidad y resistencia a las rajaduras. Tienen una alta

relación longitud-diámetro que garantiza un desempeño eficiente con menor cantidad de fibra (SIKA, 2015) .

- ***Fibras metálicas DRAMIX 3D.*** Son fibras de acero de tamaño corto diseñados con finalidad de integrarse de forma dispersa y uniforme dentro del concreto, funcionando como un sistema de refuerzo tridimensional. Estas fibras poseen extremos enganchados, lo que mejora su anclaje dentro de la matriz de concreto y contribuye a un mayor control de rajaduras. Su uso es común en estructuras que requieren un desempeño mecánico mayor, como es para las losas, pavimentos industriales, túneles y elementos prefabricados, ya que ofrecen una alternativa eficiente al refuerzo tradicional con mallas o varillas (Bekaert, 2025).
- ***Fibras metálicas corrugadas.*** Las fibras metálicas corrugadas consisten en hilos de acero con una superficie irregular (circular) que facilita su adherencia dentro del concreto. Gracias a esta textura rugosa, estas fibras mejoran significativamente la resistencia del concreto a la tracción y aumentan su capacidad para evitar la propagación de grietas, lo que resulta en un material más resistente y duradero (Gonzalez & Martinez, 2022).
- ***Fibras metálicas de gancho.*** Las fibras metálicas de gancho son pequeños filamentos de acero que tienen sus extremos doblados en forma de gancho, lo que mejora su fijación dentro del concreto. Esta forma particular permite una mejor conexión entre la fibra y el hormigón, aumentando así la resistencia a la tracción, ayudando a absorber la energía y evitando la propagación de grietas (Garcia, 2021).

- **FE- de extremos planos.** Estas son pequeñas barras metálicas cortas que poseen puntas rectas y sin curvaturas, diseñadas para distribuir de manera homogénea las tensiones dentro del concreto. Estas fibras contribuyen a mejorar la resistencia a la tracción y la durabilidad del material, aunque su capacidad de anclaje es menor en comparación con las fibras de extremos doblados, por lo que se emplean en mezclas donde se busca una distribución uniforme y una mayor facilidad de mezclado (Rodriguez, 2022).
- **HFE-fibras en gancho y aplanados.** Son filamentos metálicos con extremos especialmente deformados que aseguran un anclaje efectivo dentro del concreto. Estas fibras mejoran la resistencia a la tracción, aumentan la ductilidad y ayudan a controlar la formación de fisuras, lo que resulta en un concreto más duradero y con mejor desempeño mecánico en estructuras sometidas a altas demandas. (Ramirez & Torrez, 2023).

**SikerFiber® CHO 80/60 NB.** Es un tipo de fibra de acero diseñada para reforzar el concreto en aplicaciones estructurales, con énfasis en el aumento de la flexibilidad y la prevención de grietas en componentes como pisos, superficies de rodadura y edificaciones en zonas de actividad sísmica. De acuerdo con Sika (2023), este material se compone de fibras de acero con enganches dobles en los extremos (denominadas CHO por su forma de gancho), elaboradas a partir de acero al carbono de elevada tenacidad, ideales para integrarse en formulaciones de concreto con proporciones agua/cemento entre 0.40 y 0.55. La configuración geométrica, que incluye curvaturas en ambos lados, promueve un anclaje efectivo dentro del material cementoso, lo que limita el avance de pequeñas fisuras y potencia la capacidad de

absorción de energía después de la fractura inicial, resultando útil en contextos urbanos expuestos a vibraciones y variaciones climáticas, como las áreas costeras de Perú con vulnerabilidad a terremotos.

**Características.** Las características de SikaFiber® CHO 80/60 NB se centran en su diseño y materiales, asegurando una integración efectiva en concretos de resistencia media ( $F'c$  de 21 a 35 MPa). Sika (2023) detalla los componentes esenciales de la siguiente forma:

- **Forma y dimensiones.** Fibras alargadas de acero con doble curvatura tipo "U" en los bordes, longitud estándar de 60 mm y diámetro aproximado de 0.80 mm, generando un índice de aspecto (longitud/diámetro) de 75, que optimiza la distribución de fuerzas sin alterar la fluidez de la mezcla.
- **Material y peso.** Construidas con acero de bajo carbono potenciado con manganeso para una mayor resistencia a la oxidación, con densidad de 7.85 g/cm<sup>3</sup> y masa por fibra cercana a 0.95 g, permitiendo dosificaciones volumétricas de 0.25% a 1.5% sin acumulaciones problemáticas.
- **Empaque y dosificación.** Suministradas en envases de 20 a 25 kg, adaptables a métodos de mezcla habituales (mezcladoras o plantas fijas), con recomendaciones de dosificación inicial de 25 kg por m<sup>3</sup> para controlar contracciones y máxima de 80 kg por m<sup>3</sup> en refuerzos clave, logrando una dispersión uniforme con dispersantes si se necesita.
- **Normativas y certificaciones.** Alineadas con estándares como ASTM A820 para fibras metálicas en concreto y en 14889-1 para refuerzos fibrados, respaldadas por pruebas de uniformidad y durabilidad en condiciones húmedas

y sísmicas, fomentando proyectos ecológicos que reducen el uso de armaduras tradicionales en un 20% a 40%.

Estas características convierten a SikaFiber® CHO 80/60 NB en un recurso versátil para mejorar el funcionamiento de concretos en techos livianos y pavimentos, bajando costos en mantenimientos posteriores (Sika, 2023).

**Tabla 1:**

*Especificaciones Técnicas Principales de SikaFiber® CHO 80/60 NB*

Parámetro	Valor	Unidad	Norma de Referencia
Longitud nominal	60	mm	ASTM A820
Diámetro equivalente	0.80	mm	EN 14889-1
Índice de aspecto	75		
Dosificación mínima	25	kg/m <sup>3</sup>	Sika (2023)
Dosificación máxima	80	kg/m <sup>3</sup>	Sika (2023)
Masa por fibra	0.95	g/fibra	ASTM A820

**Propiedades Mecánicas y Físicas.** Las propiedades de SikaFiber® CHO 80/60 NB derivan de su robustez intrínseca y habilidad para conectar fisuras, alterando el comportamiento elástico final del concreto. Sika (2023) señala que, con dosificaciones ideales (0.5% a 1.0% en volumen), las fibras aumentan la resistencia residual en flexión de 50% a 100% según ASTM C1609, con un índice de tenacidad (área bajo la curva de carga-desplazamiento) que crece un 150-200% en comparación con el concreto sin fibras. En específico:

**Propiedades Mecánicas.** Resistencia a la tracción del acero superior a 1,200 MPa, módulo de elasticidad alrededor de 200 GPa y elongación mayor al 3%, resultando

en mejoras en flexión de 20-60% (de 4-5 MPa a 6-8 MPa en  $F'c$  de 28 MPa) y mayor durabilidad a fatiga cíclica en un 100-300% bajo cargas repetidas (adaptación de ASTM C666), reduciendo deformaciones en un 30-50% en techos con cargas de 5-10 kN/m<sup>2</sup>.

**Propiedades Físicas y de Durabilidad.** Coeficiente de permeabilidad disminuido en un 40% (por control de grietas menores a 0.1 mm), absorción de agua reducida en 15-25% (ASTM C642) y mayor protección contra impactos y abrasión en un 35% (ASTM C779), con resistencia en entornos salinos (más de 500 ciclos en prueba de niebla salina ASTM B117), extendiendo la vida útil de las estructuras en un 25-50% al mitigar contracciones por secado y térmicas.

Estas propiedades posicionan a SikaFiber® CHO 80/60 NB como un aditivo fibrado eficiente para concretos de volumen medio, equilibrando mecánica y sostenibilidad en investigaciones de ingeniería estructural (Sika, 2023).

**Proceso de Obtención.** La elaboración de SikaFiber® CHO 80/60 NB emplea técnicas metalúrgicas actuales para formar fibras de acero de alto desempeño, priorizando eficiencia y verificación de calidad. Sika (2023) describe la secuencia de producción en instalaciones especializadas de la siguiente manera:

- **Selección y preparación inicial.** Inicia con hilos de acero de bajo carbono (grado 1000-1200 MPa) obtenidos de bobinas industriales, limpiados de impurezas mediante decapado químico y aplicación de capa protectora superficial (e.g., zinc o cromo) para mejorar la adherencia en matrices alcalinas.

- **Formado y corte.** El hilo se estira a altas velocidades (hasta 10 m/s) en máquinas de trefilado para lograr 0.80 mm de diámetro, seguido de un formado de enganches mediante prensas hidráulicas o mecánicas que crean las curvaturas "U" en los extremos con precisión, garantizando consistencia dimensional (tolerancia  $\pm 0.05$  mm).
- **Corte y tratamiento térmico.** Las fibras se cortan a 60 mm con cuchillas rotativas de carburo, aplicando un ciclo de temple y revenido a 800-900°C para refinar resistencia y ductilidad, con enfriamiento controlado para prevenir fragilidad.
- **Control de calidad y empaque.** Incluye inspecciones automáticas (visión artificial y ensayos destructivos ASTM A820) para validar dispersión, resistencia ( $>1,200 \text{ MPa}$  en el 95% de muestras) y ausencia de defectos, empaquetando en bolsas resistentes a la humedad de 20-25 kg para distribución global.

Este método, con una capacidad de hasta 500 kg/hora por línea, destaca la sostenibilidad al incorporar hasta un 30% de acero reciclado, cumpliendo con ISO 14001 para minimizar residuos en la producción de materiales compuestos para concreto (Sika, 2023).

**Tabla 2:**
*Proceso de obtención de SikaFiber® CHO 80/60 NB*

Etapa	Descripción Breve	Equipo/Norma	Resultado Esperado
Preparación inicial	Limpieza y recubrimiento de hilos	Decapado químico / ISO 14001	Hilos preparados
Formado y corte	Trefilado y creación de enganches	Prensas hidráulicas / ASTM A820	Fibras de 60 mm
Tratamiento térmico	Temple a 800-900°C	Hornos controlados	Resistencia >1,200 MPa
Control de calidad	Inspección visual y mecánica	Visión artificial	95% de aprobación

### **Losa de concreto.**

**Concreto.** Es producto de una mezcla de materiales que depende fundamentalmente del rendimiento de las características y propiedades de estas. Estos materiales están conformados por cemento portland, agua y agregados (grava y arena) (Solis et al, 2012).

En la elaboración de concreto se produce una reacción química en la cual interactúan las propiedades del cemento, agua y los agregados, generando una mezcla heterogénea de mayor densidad, con propiedades nuevas con mayor resistencia. Asimismo, también esta mezcla heterogénea muestra alta plasticidad, con capacidad de poder moldearse y ser compactado con ligera facilidad, en el transcurso del secado, esta va perdiendo su plasticidad y aumenta su resistencia y rigidez, formando un cuerpo sólido a lo que le llamamos concreto (Choque & Paye, 2019).

### *Componentes del concreto.*

**El cemento portland.** El cemento es aquel material que tiene la característica de ser un polvo de estructura fina, conformado por silicatos de calcio, aluminatos de calcio, que, al ser hidratado, mezclado y fraguado, endurece a temperatura ambiental, tanto en el agua o al aire (Bonaventi et al, 2013).

**Tipos de cemento.** La clasificación del cemento esta agrupado según tipos los cuales son:

- **Tipo I.** Es el que se emplea comúnmente para los trabajos de construcción civil.
- **Tipo II.** Es aquel cemento que libera menos cantidad de calor al tener contacto con el agua, esto se debe a su modificación que posee para tener una ligera resistencia a los sulfatos.
- **Tipo III.** Es el cemento que tiene un tiempo de secado más rápido que los anteriores, a este se le denomina cemento de fraguado rápido en un promedio de 24 horas, genera un concreto que dobla aproximadamente la resistencia del cemento tipo I. Se emplea en trabajos donde se necesita una resistencia temprana, ejemplo carreteras.
- **Tipo IV.** Este tipo de cemento en su reacción tiene una liberación baja de calor esto quiere decir que libera el calor de manera muy lenta, esto hace que tenga sus características de alta resistencia, por ello se usan para la elaboración de proyectos que llevan estructuras de grandes dimensiones.
- **Tipo V.** Este tipo de cemento es empleado para concretos que tendrán contacto con altas concentraciones de sulfatos. Asimismo, está conformado

por una alta concentración de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ), lo que le da esa excelente resistencia en la exposición en ambientes altamente sulfatados.

(Quiroz & Terrones, 2024)

**Agregados.** Los agregados están constituidos por un conjunto de partículas, que tienen origen natural o artificial que se pueden tratar o generar. Pueden variar desde partículas casi invisibles hasta piezas de piedra que, junto con agua y cemento, forman el ingrediente en el trío de concreto. Los agregados finos y gruesos absorben aprox. 60% a 75% del volumen de concreto e influyen fuertemente en las propiedades de las condiciones frescas y endurecidas de la mezcla de concreto. (Noboa & Villaseca, 2024)

Los agregados tienen que evitar su segregación y contaminación, ya que tienen que conservar las características granulométricas respecto a sus fracciones hasta llegar ser incorporado a la mezcla, así cumpliendo con las especificaciones técnicas según la norma ASTM C33 y NTP 400.037.

**Agregado fino.** Según la normativa ASTM C125, el material que es considerado agregado fino es aquel que puede cruzar el tamiz de  $3/8"$  y pasa casi por completo a través de la malla # 04, que finalmente se retiene en N° 200 de Tamiz.

Este material se conoce como una arena y debe seguir las limitaciones especificadas en NTP 400.037 y los estándares ASTM C 33. (ASTM International, 2020).

**Agregado grueso.** El agregado grueso según la normativa NTP 400.037 se denomina al agregado que es retenido en la medida de tamiz 4.75 mm (N° 4) (INACAL, 2018).

**Agua.** El agua es un elemento importante en el mezclado para la elaboración de concreto, puesto que este tiene relación directa con la trabajabilidad y plasticidad del concreto y así en el proceso de secado obtenga la característica rígida y dura. (Romero, 2025)

Según la Norma NTP 339.088, establece que los límites máximos de concentración en ppm del agua al emplearse en la elaboración del concreto, es por ello que al utilizar agua potable no hay necesidad que se realice un ensayo en laboratorio, ya que este cumple con los requisitos de la norma y no influye en las propiedades físicas y químicas del concreto (INACAL, 2021).

**Tabla 3:**

*Valores permisibles de concentraciones del Agua de Mezcla y curado*

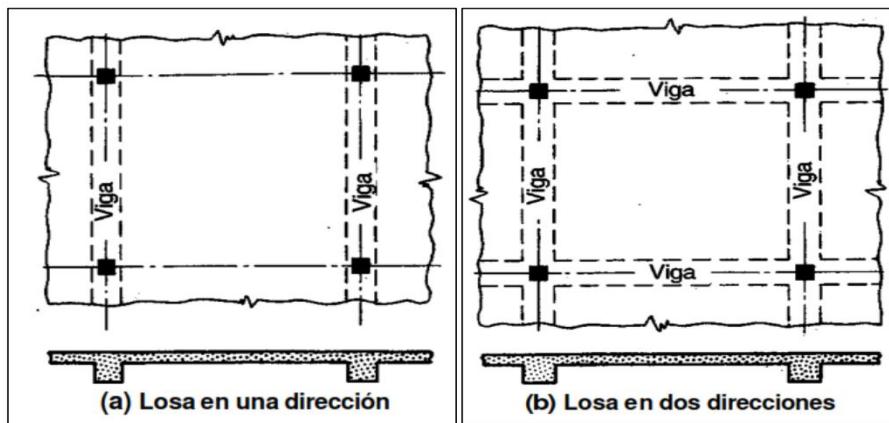
<b>Descripción</b>	<b>Valores permisibles (Max)</b>
Suspensión admisible	5000 ppm
Materia Orgánica	3 ppm
Alcalinidad	1000 ppm
Suelo	600 ppm
Cloruros	1000 ppm
PH	5<PH<8

**Tipos de Losas de Concreto Armado.** Se define a las losas como componente importante que se encargado de tener resistencia a cargas por gravedad que se le son aplicadas directamente sobre su área, mayormente en dirección de  $90^\circ$  a esta misma,

así también se caracteriza por tener un espesor menor a sus otras dimensiones. (Cahuana & Ramos, 2024).

Las losas según el tipo de soporte pueden ser unidireccionales estas solamente tienen apoyo en dos lados opuestos y la flexión producida es en una sola dirección. Por otra parte, si la losa se encuentra soportada por vigas en sus vértices a este se le denomina, losa bidireccional, ya que flexión se realizará en ambas direcciones. (Mc Cormac & Brown, 2017).

**Figura 1:**  
*Sistemas de losa*

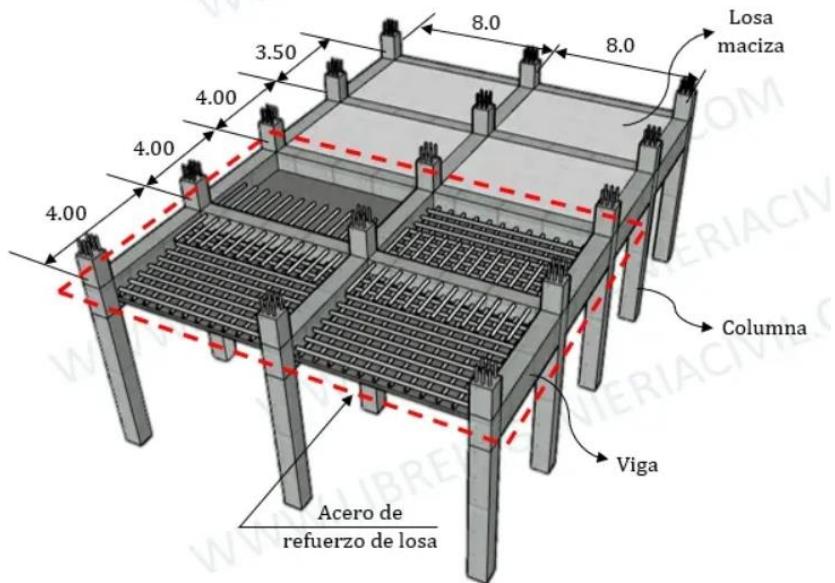


**Losas Macizas.** Una losa maciza es un material estructural conformado de concreto armado que tiene un área transversal rectangular que está llena. Este tipo de losa soporta cargas que son perpendiculares a su sección, por ello pueden tener flexión en dos direcciones y asimismo resistir esfuerzos cortantes. Estas lozas son estructuras reforzadas con acero, que habitualmente tienen una altura o espesor que está entre 7 y 15 cm. En ciertos casos, como ejemplo las losas de entrepisos, llegan a tener mayor

altura, esto depende mucho de que deben soportar y sus respectivas recomendaciones en el diseño estructural (Ottazzi, 2016).

**Figura 2:**

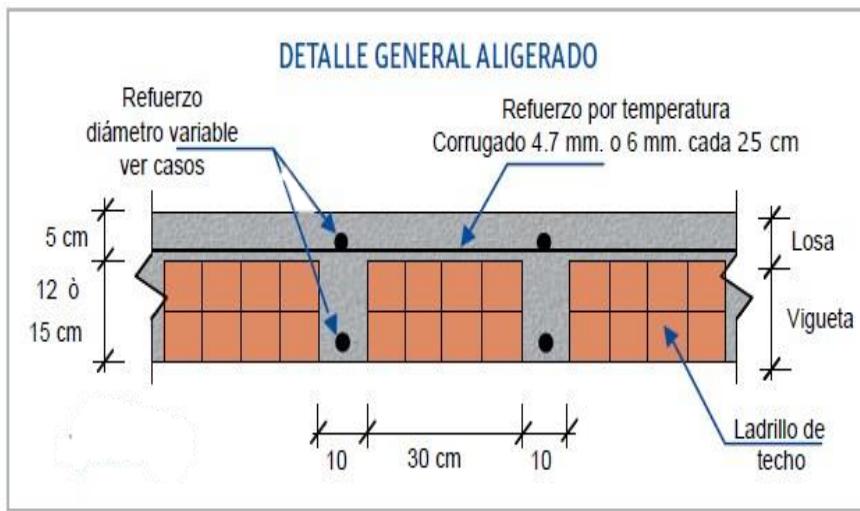
*Detalle de Losa Maciza*



**Losas Aligeradas.** Es el tipo de losa estructural que mayormente se emplea en la construcción, con la finalidad de obtener estructuras más livianas y económicas, estas tienen huecos internos esto para poder disminuir significativamente su peso sin afectar a la resistencia. Estos espacios vacíos pueden ser llenados con diversos materiales, estos pueden ser poliestireno expandido (EPS), ladrillos, bolas de poliestireno, etc., esto hace que estas losas tengan un peso menor a las losas macizas tradicionales. Las losas aligeradas mayormente son hechas con Los ladrillos de techo, estos miden  $30 \times 30 \text{ cm}$ , respecto a su altura, tienen una variación de 12 cm, 15 o hasta 20 cm. (Cahuana & Ramos, 2024).

**Figura 3**

*Detalle de Losa Aligerada*



**Propiedades Física y Mecánica de Losa de Concreto.** A primera vista, el concreto es una masa simple que se puede trabajar y darle la forma deseada. Los elementos más importantes del concreto moderno son:

***Propiedades Físicas.***

- **Contenido de Aire.** La retención de aire deseada se logra mediante el uso de compuestos inclusores de aire basados en compuestos que reducen la tensión superficial del agua mediante la creación de burbujas. Estas burbujas se distribuyen uniformemente por toda la mezcla, lo que proporciona beneficios de trabajabilidad y adhesión, además de aumentar la resistencia de la mezcla en condiciones de congelación/descongelación. Para medir el contenido de aire del concreto se usa la prueba del frasco de volumen o frasco de Chapman (ASTM, 2023).
- **Asentamiento.** El método de medición utilizado es la “prueba de asentamiento” (ASTM C-143), que determina la consistencia de una mezcla comprimido un

bloque de concreto previamente vertido y compactado, se mide en pulgadas o centímetros. Por lo tanto, la desviación se puede interpretar como una indicación de la discrepancia de altura entre el bloque de concreto y el tejado plano después de retirar el concreto metálico estándar (ASTM International, 2023).

- **Temperatura.** Cuando hace calor, tanto la temperatura del material como la de la mezcla de concreto aumentan. Si el árido del concreto fresco es inferior o igual a 75 mm, la NTP339.184 aconseja dejar el sensor de temperatura sobre el durante 2 minutos; si no, déjelo durante 20 minutos. Las temperaturas más elevadas acortan el tiempo de fraguado de la mezcla, aumentan la cantidad de agua necesaria para producir una precipitación, determina y plantean la posibilidad de que aumente el calor de hidratación, todo lo cual aumenta la probabilidad de que se produzcan fisuras. (INACAL, Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado, 2021)
- **Peso Unitario de Concreto.** La unidad de medida de la masa de concreto dividida por su volumen es kilogramos por metro cúbico( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Debido a que afecta las cualidades mecánicas y físicas del concreto, incluida la resistencia y la durabilidad, este parámetro es crucial para la construcción de estructuras. En cumplimiento con la legislación peruana, la Norma Técnica Peruana (NTP 400.017) establece los procedimientos de prueba para determinar el peso unitario del concreto. Esta norma describe el proceso para determinar el peso unitario, incluidas las herramientas y técnicas necesarias para proporcionar resultados precisos cuando el concreto está fresco y curado (INACAL, 2016).

### **Propiedades Mecánicas.**

- **Compresión.** Un modelo para evaluar la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. El cilindro está protegido contra la perdida de humedad durante el periodo entre el retiro y la prueba del núcleo húmedo. La carga se aplica a una velocidad correspondiente a la deformación de la muestra de 0,25  $\pm 0,05 \text{ MPa/s}$ . cuando se aplica una carga de compresión y el medidor muestra una disminución gradual de la carga, aparecen grietas leves en la muestra. Al experimentar con capas apiladas, el espacio en la esquina parece un patrón. Registre el máximo peso soportado por la muestra durante el ensayo y anote el tipo de defecto, esbozando y explicando de forma resumida los diferentes tipos de defectos. Si la resistencia medida es menos de lo previsto, antes de probar el revestimiento de acuerdo con NTP 339.037 o NTP 339.216, inspeccionar el concreto en busca de grietas e indicios de segregación, causados en su mayoría por el contorneado o por las partículas de árido grueso. (NTP, 2016)
- **Flexión.** La resistencia a la flexión es una medida de la capacidad de carga que se asocia con la rigidez del material de construcción e indica la capacidad de tolerar esfuerzos cortantes en una losa o viga de concreto armado. Se calcula aplicando tres veces el espesor de una viga de concreto de 150 mm x 150 mm (6" x 6"). Para resolver el módulo de ruptura (MR), se utilizan las normas ASTM C78(tercera carga) o ASTM C293(carga media). Pronto, entre el 10% y el 20% de la resistencia a la tracción variara según el tipo, el tamaño y el volumen del agregado limpio utilizado, pero la adherencia optima de cualquier se puede lograr mediante pruebas de laboratorio de las propiedades. El coeficiente de rotura

determinado para vigas cargadas en el tercer punto es inferior al determinado para vigas cargadas en el punto central, a veces tan bajo como el 15%. (ASTM, 2018).

El cambio en el contenido de fibra y la longitud de la fibra tiene una relación directa, en la que el contenido de relleno aumenta a medida que aumenta la longitud de la fibra. Las longitudes de fibra más largas indican mejores propiedades de carga y deflexión del concreto independientemente de la fracción de volumen de fibra (Abbass, Khan, & Mourad, 2018).

- **Tracción.** La resistencia a la tracción del concreto es la capacidad que tiene este material para resistir esfuerzos que tienden a separarlo o fracturarlo. Su valor es inferior al de su resistencia a la compresión, situándose aproximadamente entre el 10 % y el 15 % de ésta, esto dependiendo de la mezcla y el tipo de concreto (Diaz, 2023).

La NTP 339.084 (2002)especifican los procedimientos para la determinación indirecta de la resistencia a la tracción del concreto mediante ensayos de división de cilindro y flexión, (Chai et al., 2023).

## CAPITULO III: METODOLOGIA

### 3.1 Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un **enfoque cuantitativa**, ya que su principal objetivo fue evaluar e investigar los efectos de las fibras de acero en las características del concreto donde se trabajó con datos numéricos obtenidos de ensayos de laboratorio para la comprobación de las hipótesis planteadas. Este enfoque permitió validar hipótesis a través de mediciones y análisis estadístico, lo cual fue coherente con el propósito del estudio (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) .Se aplicaron porcentajes específicos de fibras de acero en mezclas de concreto bajo normas técnicas, por medio de pruebas de laboratorio que permitió recopilar información cuantificable sobre las características mecánicas y físicas del concreto. Esto permitió analizar de forma precisa si la variación en el contenido de fibras de acero generaba cambios significativos en las propiedades físicas y químicas evaluadas.

La investigación fue de **aplicada**, porque se utilizó pruebas estandarizadas para evaluar las cualidades del concreto, incluidas sus resistencias a la tracción, flexión y compresión, entre otras. (Pimienta & De la Orden, 2017), una investigación aplicada se orienta al fortalecimiento del conocimiento y a la generación de soluciones prácticas que beneficien a la sociedad. Asimismo, se hizo uso de la información científica, desde la elaboración de las muestras de concreto en un laboratorio. Que no solo busco ampliar el conocimiento teórico, sino también generar soluciones prácticas y beneficios tangibles en el campo de la construcción, como el aumento de la resistencia a flexión y tracción del concreto realizado en las losas de concreto de la ciudad de Trujillo.

Respecto a su nivel o alcance fue **explicativo**, ya que tuvo como objetivo principal fue analizar y comprender las causas y procesos involucrados en el fenómeno estudiado. Según

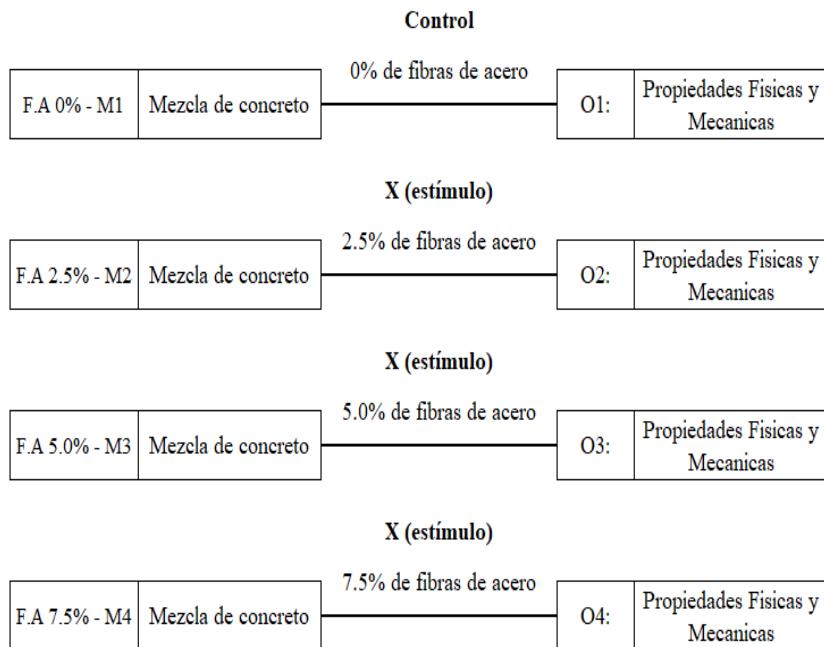
(Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), el alcance explicativo de una investigación tiene como propósito fundamental profundizar en el conocimiento de los fenómenos estudiados, estableciendo relaciones de causa-efecto. Este tipo de estudio fue más allá que la descripción o asociación entre las propiedades físicas y químicas y la incorporación de fibras de acero, enfocándose en la identificación de las relaciones causales y validar los modelos teóricos que respaldan dichas explicaciones.

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

La presente investigación se enmarco un diseño **cuasiexperimental** ya que se manipuló de forma deliberada una variable independiente representado en porcentajes de incorporación de fibras de acero a una mezcla que concreto (0%, 2.5%, 5.0%, 7.5%), con dicho propósito se evaluó su efecto sobre variable dependiente que será la losa maciza en la cual se analizaron los efectos que causo aquella manipulación de variable. Los grupos de mezcla ya estaban definidos desde un principio en función del porcentaje de fibras de acero adicionados, por lo que no se realizó una asignación fortuita. Esta condición responde a lo descrito (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), quienes señalan que en los diseños cuasiexperimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos.

**Figura 4:**

*Esquema de diseño de investigación*



### 3.3 Población y muestra

#### 3.3.1 Población

La población se entiende como el conjunto exhaustivo de todos los casos que cumplen con ciertas características y sobre los cuales se busca generalizar los resultados. La delimitación de las poblaciones debe ser precisa, identificando claramente sus características de contenido, lugar y tiempo para garantizar una comprensión completa y adecuada del grupo bajo estudio.

La población de la investigación estuvo conformada por todas las probetas elaboradas para losas de concreto en Trujillo, La Libertad que tienen una resistencia

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto, esta población se considera las 108 probetas realizadas, conformado por 72 muestras cilíndricas y 36 muestras prismáticas.

### **3.3.2 Muestra**

La muestra se obtuvo por un muestreo no probabilístico por conveniencia ya que su cálculo se basó en el uso de 3 probetas ya que es recomendado por las normas ASTM aplicables, donde se aseguró la repetibilidad y confiabilidad de los resultados, y a la vez permitió obtener valores promedios representativos y controlar estadísticamente la variabilidad del material, garantizando así la validez comparativa entre las diferentes dosificaciones evaluadas. Por dicho motivo se realizó 3 probetas por los 3 ensayos de resistencia (compresión, flexión y tensión) estos realizados en 3 momentos diferentes (7dias ,14 días y 28 días), donde se empleó 4 concentraciones de fibra de acero (0%,2.5%,5% y 7.5%), completando así 108 probetas de muestra para el desarrollo de ensayos para la obtención de las propiedades mecánicas. Asu vez se realizó 3 muestras por las 4 propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) que se planteó, empleando 4 concentraciones de fibra de acero (0%,2.5%,5% y 7.5%), completando así 48 muestras.

**Tabla 4:**

*Leyenda de Dosificación de Fibras de Acero*

<b>Leyenda de Dosificación de Fibras de Acero</b>	
F.A 0.0% - M1	Muestras de Concreto con adición de 0.0% de Fibras de Acero
F.A 2.5% - M2	Muestras de Concreto con adición de 2.5% de Fibras de Acero
F.A 5.0% - M3	Muestras de Concreto con adición de 5.0% de Fibras de Acero
F.A 7.5% - M4	Muestras de Concreto con adición de 7.5% de Fibras de Acero

**Tabla 5:**

*Muestras requeridas para ensayo de resistencia a la compresión*

<b>Ensayo de Resistencia a Compresión para concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>Total</b>
F.A 0.0% - M1	3	3	3	9
F.A 2.5% - M2	3	3	3	9
F.A 5.0% - M3	3	3	3	9
F.A 7.5% - M4	3	3	3	9
<b>Total</b>	12	12	12	36

**Tabla 6:**

*Muestras requeridas para ensayo de resistencia a la flexión*

<b>Ensayo de Resistencia a Flexión para concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>Total</b>
F.A 0.0% - M1	3	3	3	9
F.A 2.5% - M2	3	3	3	9
F.A 5.0% - M3	3	3	3	9
F.A 7.5% - M4	3	3	3	9
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>36</b>

**Tabla 7:**

*Muestras requeridas para ensayo de resistencia a la tracción*

<b>Ensayo de Resistencia a Tracción para concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>				
<b>Tratamiento</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>	<b>Total</b>
F.A 0.0% - M1	3	3	3	9
F.A 2.5% - M2	3	3	3	9
F.A 5.0% - M3	3	3	3	9
F.A 7.5% - M4	3	3	3	9
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>36</b>

**Tabla 8:**

*Ensayo de asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario*

**Ensayo de asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario para concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

Tratamiento	Asentamiento	Contenido de Aire	Temperatura	Peso Unitario	Total
F.A 0.0% - M1	3	3	3	3	12
F.A 2.5% - M2	3	3	3	3	12
F.A 5.0% - M3	3	3	3	3	12
F.A 7.5% - M4	3	3	3	3	12
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>48</b>

### 3.4 Operacionalización de las variables de estudio

La matriz de operacionalización de las Variables se encuentra en el Anexo 2

#### 3.4.1 Variable Independiente

Son las causantes que generan y explican los cambios en la variable dependiente. En los proyectos experimentales, la variable independiente es el proceso administrado y manipulado en el grupo experimental. (Arias, 2012)

- **Fibras de Acero:** La fibra de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB se diseño para reforzar el concreto en aplicaciones estructurales, con énfasis en el aumento de la flexibilidad y la prevención de grietas en componentes como pisos, superficies de rodadura y edificaciones en zonas de actividad sísmica.

### 3.4.2 Variable Dependiente

Estas son aquellas que se encuentran bajo la influencia de la variable independiente. Son aquellos que cambian por efecto de la variable independiente, siendo este cambio las consecuencias que se miden y conducen a los resultados de la investigación. (Arias, 2012)

- **Propiedades Físicas:** Son los atributos medibles relacionados con su densidad, porosidad y estructura interna, que afectan su peso, durabilidad y características de mezclado o compactación, sin referirse directamente a su resistencia estructural. (Mustapha, Abdulkareem, Abdulkareem, & Ganiyu, 2022)
- **Propiedades Mecánicas:** Son aquellas que determinan su capacidad para resistir cargas y esfuerzos, a través de magnitudes como resistencia a compresión, resistencia a tracción o flexión, módulo de elasticidad, es decir, cómo el concreto se comporta frente a tensiones externas sin fallar. (Makul, 2025)

## 3.5 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

### 3.5.1 Ensayos de Laboratorio

La investigación utilizó como técnica de recolección de datos los ensayos de laboratorio, debido a que la obtención de información se realizó mediante pruebas experimentales aplicadas a las mezclas de concreto elaboradas con diferentes porcentajes de fibras de acero. Estos ensayos permitieron medir de manera objetiva y cuantificable las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

La ejecución de los ensayos se llevó a cabo bajo condiciones controladas, siguiendo estrictamente los procedimientos establecidos en las Normas Técnicas

Peruanas (NTP). De esta manera, se garantizó la confiabilidad, validez y reproducibilidad de los resultados numéricos obtenidos durante el desarrollo experimental de la investigación.

### 3.5.2 Revisión Documentaria

Para complementar los resultados experimentales y ofrecer un contexto más completo, se realizó un relevamiento de la literatura técnica y científica sobre el uso de fibras de acero en el concreto.

### 3.5.3 Instrumentos de Recolección de Datos

Se empleo las siguientes normas donde especifican el procedimiento de medición, los equipos necesarios, el tratamiento de los especímenes, los criterios, y las formas de reporte. Tomando como referencia normas nacional como la NTP, ya que esta normativa proporciona los lineamientos necesarios para una recolección de datos precisa, estandarizada y replicable.

**Tabla 9:**

*Instrumentos de Recolección de Datos de NTP*

Nomenclatura de Norma	Código
Documentos de ensayo de asentamiento	NTP 339.035
Documentos de ensayos de contenido de aire	NTP 339.080
Documentos de control de temperatura	NTP 339.184
Documentos de ensayo de peso unitario	NTP 339.046
Documentos de resistencia a la compresión	NTP 339.034
Documentos de resistencia a la tracción	NTP 339.084
Documentos de resistencia a la flexión	NTP 339.078

### 3.6 Técnica de Análisis de Resultados

#### 3.6.1 Procesamiento de Análisis de resultado

Después de realizar las pruebas de laboratorio en esta investigación, se procesaron los datos utilizando herramientas estadísticas mediante un sistema de tabulación.

Considerando que los datos obtenidos contenían variables cuantitativas, se elaboró un análisis estadístico descriptivo utilizando tablas y gráficos en las hojas de cálculo Microsoft Office Excel 2016. Para la determinación de la influencia de la variable independiente respecto a la dependiente se usaron las tablas de Excel de las concentraciones y días como base de datos para luego ser procesados para determinar las variaciones significativas de las propiedades físicas y mecánicas de las losas de concreto.

#### 3.6.2 Análisis estadístico

El análisis estadístico que se empleó en la investigación fue:

- **Análisis Descriptivo:** Los resultados obtenidos y colocados en una base de datos fueron analizados por la medida de posición, media o promedio y las medidas de dispersión como la desviación estándar y variación.
- **Análisis Inferencial:** Para la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con distintos porcentajes de adiciones de fibra de acero y saber si difieren significativamente, se usó el ANOVA (Análisis de Varianza). Este método permitió comparar las medias de los grupos:

- ✓ ANOVA de un solo Factor: Esta determinó como las distintas proporciones de fibras de acero afectan a una propiedad mecánica específica, como la resistencia a la compresión.
- ✓ ANOVA de dos Factores: Esta se empleó para el análisis múltiple de variables siendo estas las diferentes edades del concreto y proporciones de fibras de acero.
  - **Prueba de Tukey:** Esta prueba según el ANOVA determinado y los valores de las diferencias significativas, se pudo aplicar para identificar específicamente si el cambio o variación de los parámetros medidos generaron un efecto positivo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Establecer las características físicas y mecánicas de las fibras de acero

**SikerFiber® CHO 80/60 NB.**

##### Características Físicas

En la Tabla 10 se describieron las características físicas de la fibra de acero SikaFiber® CHO 80/60 NB, las cuales fueron determinadas a partir de la información técnica del fabricante y de la verificación del material en los ensayos experimentales. (Anexo 8)

**Tabla 10:**

*Características físicas del Sikafer 80/60 NB*

Característica física	Descripción / Valor
Nombre comercial	SikaFiber® CHO 80/60 NB
Tipo	Fibra de acero para refuerzo de concreto
Forma	Recta con extremos anclados (Hooked-End)
Longitud de la fibra	60 mm
Diámetro de la fibra	0.80 mm
Relación de aspecto (L/d)	80
Color	Gris metálico
Estado físico	Sólido
Presentación	Fibras sueltas
Superficie	Lisa con extremos conformados
Densidad	7.85 g/cm <sup>3</sup>
Compatibilidad	Compatible con concreto hidráulico

**Fuente:** Sika Perú. (s.f.). *Ficha técnica SikaFiber® CHO 80/60 NB.* Sika Perú.

La fibra de acero SikaFiber® CHO 80/60 NB presentó características físicas adecuadas para su uso como refuerzo del concreto, destacando su geometría con extremos anclados (Hooked-End), la cual mejoró el anclaje dentro de la matriz cementicia y el control de fisuras. Su longitud de 60 mm, relación de aspecto de 80 y diámetro de 0.80 mm favorecieron una adecuada distribución y trabajabilidad de la mezcla, mientras que su densidad de  $7.85 \text{ g/cm}^3$  garantizó compatibilidad y durabilidad en el concreto estructural.

### **Características Mecánicas**

En la Tabla 11 se describen las características mecánicas de la fibra de acero SikaFiber® 80/60 NB, las cuales fueron determinadas a partir de la información técnica proporcionada por el fabricante y consideradas para evaluar su comportamiento estructural, capacidad de transferencia de esfuerzos y contribución al control de fisuras dentro de la matriz cementicia durante los ensayos experimentales.

**Tabla 11:**

*Características mecánicas del Sikafer 80/60 NB*

<b>Características mecánicas</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción técnica</b>
Resistencia a la tracción	$\geq 1\,050$	MPa	Capacidad de la fibra para resistir esfuerzos de tracción sin romperse, contribuyendo al control de fisuras.
Módulo de elasticidad	200 000	MPa	Rigidez del acero; permite una adecuada transferencia de esfuerzos dentro de la matriz cementicia.
Alargamiento a rotura	1.5 – 3.0	%	Indica la ductilidad de la fibra antes de la falla, favoreciendo el comportamiento postfisuración.
Tipo de anclaje	Hooked-End (extremos anclados)	—	Mejora la adherencia fibra-concreto y la resistencia residual.
Comportamiento postfisuración	Alto	—	Incrementa la capacidad de absorción de energía y la tenacidad del concreto reforzado.

**Fuente:** Sika Perú. (s.f.). *Ficha técnica SikaFiber® CHO 80/60 NB*. Sika Perú.

Las características mecánicas de la fibra de acero SikaFiber® 80/60 NB evidenciaron una elevada resistencia a la tracción y un alto módulo de elasticidad, lo que permitió una adecuada transferencia de esfuerzos dentro de la matriz cementicia. Estas características favorecieron el control de la propagación de fisuras y mejoraron el comportamiento postfisuración del concreto, incrementando su capacidad de absorción de energía y ductilidad. Asimismo, la geometría con extremos anclados contribuyó a una mejor adherencia fibra-concreto, asegurando un desempeño mecánico eficiente y una mayor durabilidad del concreto reforzado durante los ensayos y en condiciones de servicio.

#### 4.1.2 Determinar la relación agua/cemento para los diseños de mezclas de concreto

**$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber®**

**CHO 80/60 NB.**

#### **Agregado Grueso (Piedra Chancada – Cantera “El Milagro”)**

El resultado de los ensayos realizados al Agregado Grueso se encuentra en la siguiente Tabla 12 y la curva granulométrica en la Figura 5. Los datos de los ensayos se ubican en el Anexo 3.

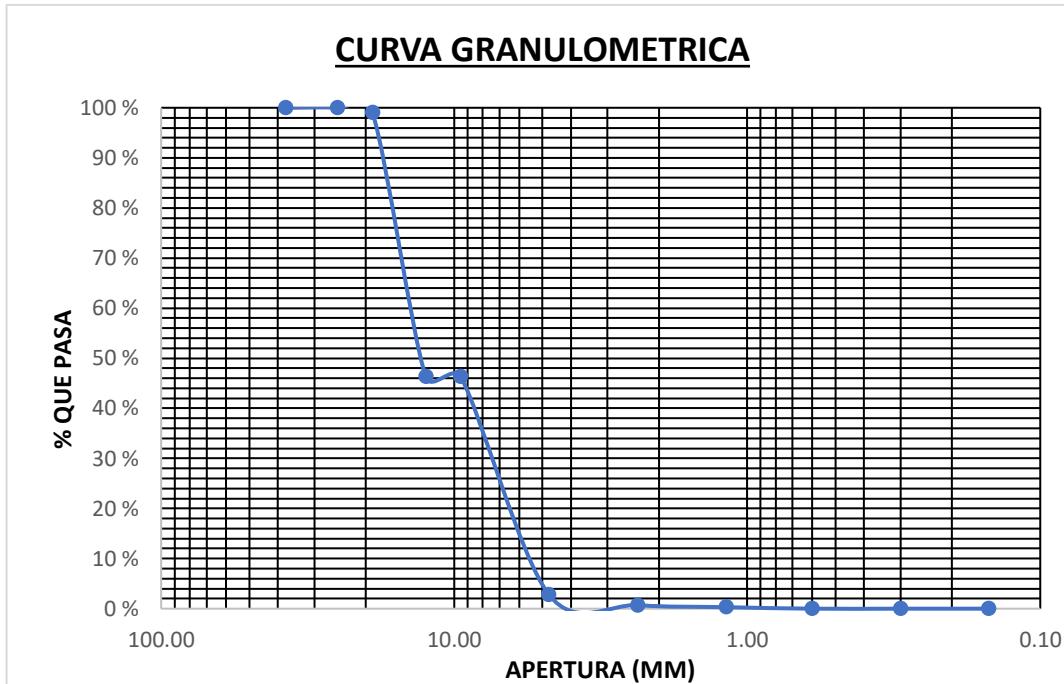
**Tabla 12:**

*Características del Agregado Grueso*

<b>AGREGADO GRUESO (Piedra Chancada)</b>	
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Peso Específico de Masa	2.490 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.50%
Contenido de Humedad	0.90%
Peso Unitario Compactado	1492 kg/m <sup>3</sup>

**Figura 5:**

*Curva granulométrica del agregado grueso*



El agregado grueso presenta una distribución granulométrica adecuada y continua, correspondiente al Huso 67 de la NTP 400.037, cumpliendo con los límites normativos establecidos. El material tiene un tamaño máximo nominal de  $1/2"$  y un módulo de finura de 6.51, lo que indica una granulometría apropiada para concreto estructural. Asimismo, los porcentajes que pasan por los distintos tamices se encuentran dentro de los rangos permitidos, lo que favorece una buena unión de partículas, adecuada resistencia mecánica y estabilidad volumétrica del concreto

#### **Agregado Fino (Arena Gruesa – Cantera “El Milagro”)**

El resultado de los ensayos realizados al Agregado Fino se encuentra en la Tabla 13 y la curva granulométrica en la Figura 6. Los datos de los ensayos se ubican en el Anexo 3.

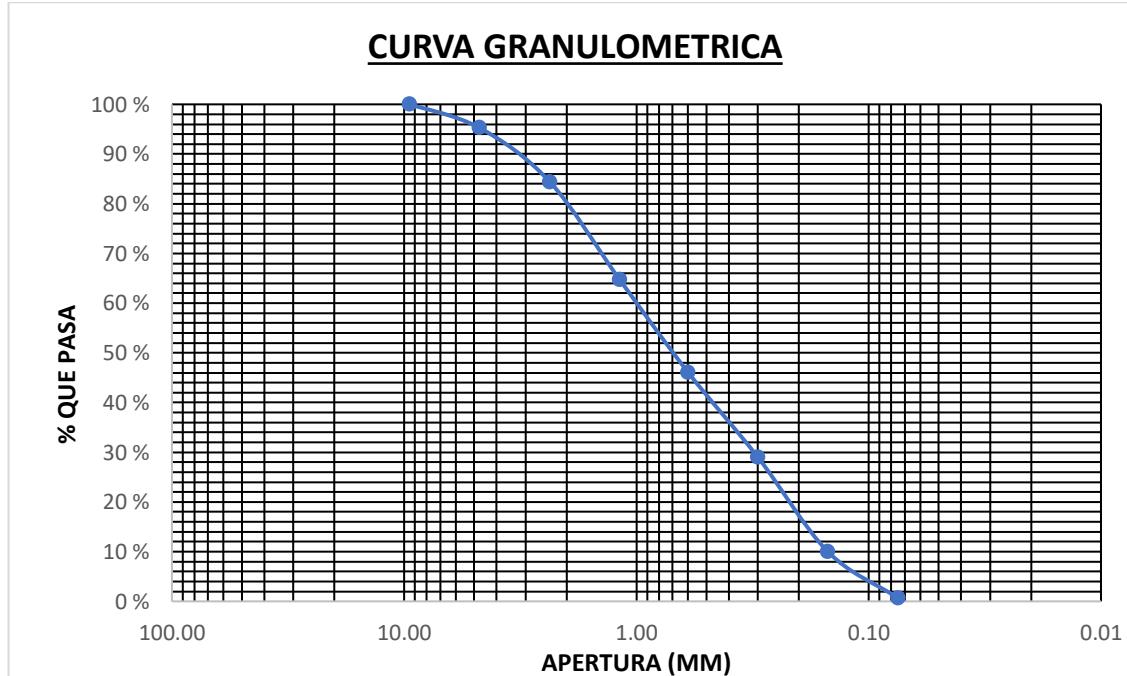
**Tabla 13:**

*Características del Agregado Fino*

<b>AGREGADO FINO (Arena Gruesa)</b>	
Módulo de Fineza	2.71
Peso Específico de Masa	2.580 gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.70%
Contenido de Humedad	0.80%
Peso Unitario Compactado	1750 kg/m <sup>3</sup>

**Figura 6:**

*Curva granulométrica del agregado fino*



El agregado fino presenta una distribución granulométrica continua y bien graduada, cumpliendo con los límites establecidos por la NTP 400.037. El material tiene un módulo de finura de 2.71, lo que indica que se trata de una arena de granulometría media, adecuada para la elaboración de concreto estructural. Además, el porcentaje que pasa por los distintos tamices se mantiene dentro de los rangos normativos, lo que favorece una buena trabajabilidad, adecuada compactación y menor riesgo de segregación en la mezcla de concreto.

Con un diseño de mezcla se asignó un asentamiento de 6"-7", debido a que mayor sea la adición de fibras de acero la consistencia se iba a perder, por tal motivo se realizó un diseño de mezcla más fluido. Donde se indicó la cantidad de agua es de 229 kg/m<sup>3</sup> y con un contenido de aire de 2.50 %. A su vez se determinó que la  $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$ . En la tabla 14, se indicó la cantidad que se iba a requerir de los materiales en estado seco.

**Tabla 14:**

*Pesos en estado seco por m<sup>3</sup> de concreto*

<b>Materiales</b>	<b>Pesos en estado seco</b>	<b>Unidad</b>
Agua	229	Kg
Cemento	414	Kg
Agregado Grueso	839	Kg
Agregado Fino	694	Kg
<b>Total</b>	<b>2165</b>	<b>Kg</b>

En la tabla 15, se determinó el peso de los materiales corregidos por humedad.

Debido al estado que se encontró los agregados de la cantera “El Milagro” que contienen una humedad natural, a su vez varía la cantidad de agua requerida para el diseño. Obteniendo como relación de agua/cemento de 0.56, requerido para el diseño de mezcla.

**Tabla 15:**

*Pesos corregidos por m<sup>3</sup> de concreto*

<b>Materiales</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso corregido</b>	<b>Tanda (m<sup>3</sup>)</b>
	<b>Seco</b>	<b>por humedad</b>	<b>0.05</b>
Agua	229 kg	232 kg	20.70 kg
Cemento	414 kg	414 kg	11.58 kg
Agregado Grueso	834 kg	839 kg	34.70 kg
Agregado Fino	688 kg	694 kg	41.95 kg

**4.1.3 Determinar las propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) y mecánicas (resistencia de flexión, compresión y tracción) del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB para evaluar la influencia.**

### **Propiedades Físicas**

En las siguientes tablas se presentan las propiedades físicas del concreto elaborado con la adición de fibras de acero SikaFiber® 80/60 NB, las cuales fueron evaluadas durante el estado fresco a partir de los ensayos experimentales realizados. Estas propiedades permitieron analizar la influencia de la incorporación de fibras en la trabajabilidad, consistencia y comportamiento físico del concreto, así como su adecuación para su correcta colocación y compactación.

**Tabla 16:**

*Asentamiento de concreto (NTP 339.035)*

<b>Muestra</b>	<b>%Fibra de Acero</b>	<b>Asentamiento(in)</b>	<b>Promedio</b>
F.A 0.0% - M1-E1		7 in	
F.A 0.0% - M1-E2	0%	6 in	7 in
F.A 0.0% - M1-E3		7 in	
F.A 2.5% - M2-E1		6.5 in	
F.A 2.5% - M2-E2	2.5%	5.5 in	5.5 in
F.A 2.5% - M2-E3		5.5 in	
F.A 5.0% - M3-E1		5 in	
F.A 5.0% - M3-E2	5.0%	4.5 in	5 in
F.A 5.0% - M3-E3		5 in	
F.A 7.5% - M4-E1		4.25 in	
F.A 7.5% - M4-E2	7.5%	4.5 in	4.5 in
F.A 7.5% - M4-E3		4.5 in	

En la tabla 16, se registraron los valores del asentamiento de las cuatro muestras con sus tres respectivas pruebas. Donde se obtuvo como resultado de los 3 ensayos por cada dosificación, una similitud de datos entre 2 de ellos y la diferencia de 0.25 a 1 in al comparar con el otro resultado obtenido. Esto debido a pequeñas diferencias durante la ejecución del ensayo, como el tiempo transcurrido entre el mezclado y la medición, la forma de compactación del concreto en el cono o ligeras variaciones en la humedad de los agregados.

Donde se concluyó una disminución progresiva a medida que aumentaba la cantidad de fibras de acero en las muestras analizadas. Los valores obtenidos en las muestras de F.A 0 % - M1 se encuentra en un rango aceptable del diseño de mezcla realizado de 6"-7".

**Tabla 17:**

*Contenido de Aire (NTP 339.080)*

Muestra	%Fibra de Acero	Contenido de Aire (%)	Promedio
F.A 0.0% - M1-E1		0.95%	
F.A 0.0% - M1-E2	0%	0.9%	0.9%
F.A 0.0% - M1-E3		0.9%	
F.A 2.5% - M2-E1		1.1%	
F.A 2.5% - M2-E2	2.50%	1%	1%
F.A 2.5% - M2-E3		1%	
F.A 5.0% - M3-E1		1.2%	
F.A 5.0% - M3-E2	5.0%	1.1%	1.2%
F.A 5.0% - M3-E3		1.2%	
F.A 7.5% - M4-E1		1.3%	
F.A 7.5% - M4-E2	7.50%	1.2%	1.3%
F.A 7.5% - M4-E3		1.3%	

En la tabla 17, se visualiza los valores obtenidos de las cuatro muestras con sus tres respectivas pruebas. Donde se obtuvo como resultado de los 3 ensayos por cada

dosificación, una similitud de datos entre 2 de ellos y la diferencia de 0.05 a 0.1% al comparar con el otro resultado obtenido. Esas pequeñas diferencias debido que, en el proceso de mezclado, vibrado y llenado del equipo de medición, así como en el tiempo de ejecución del ensayo, generan fluctuaciones normales en el contenido de aire.

Donde se concluyó un aumento progresivo de contenido de aire a medida que aumentaba la cantidad de fibras de acero en las muestras analizadas. Estos resultados están dentro del rango ideal por la exposición moderado y húmedo que hay en la ciudad de Trujillo de 0%-5%, y a su vez para una mayor trabajabilidad del concreto ya que tienen un porcentaje menor al 3%.

**Tabla 18:**

*Temperatura del concreto (NTP 339.184)*

<b>Muestra</b>	<b>%Fibra de Acero</b>	<b>Temperatura(°C)</b>	<b>Promedio</b>
F.A 0.0% - M1-E1		21.5°C	
F.A 0.0% - M1-E2	0%	21.5°C	21.5°C
F.A 0.0% - M1-E3		21.5°C	
F.A 2.5% - M2-E1		21°C	
F.A 2.5% - M2-E2	2.5%	21.5°C	21°C
F.A 2.5% - M2-E3		21°C	
F.A 5.0% - M3-E1		21.5°C	
F.A 5.0% - M3-E2	5.0%	21°C	21°C
F.A 5.0% - M3-E3		21°C	
F.A 7.5% - M4-E1		21.5°C	
F.A 7.5% - M4-E2	7.5%	21°C	21.5°C
F.A 7.5% - M4-E3		21.5°C	

En la tabla 18, se registraron los valores del asentamiento de las cuatro muestras con sus tres respectivas pruebas. Donde se obtuvo como resultado de los 3 ensayos por cada dosificación, una similitud de datos entre 2 de ellos y la diferencia de 0.5°C al comparar

con el otro resultado obtenido. Esto debido a una fluctuación normal del ensayo, asociada a las condiciones ambientales del laboratorio, el tiempo transcurrido entre la preparación y la medición de cada muestra.

Donde se concluyó que no hay una relación directa de temperatura a medida que aumentaba la cantidad de fibras de acero en las muestras analizadas. Estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango de  $10^{\circ}\text{C}$  -  $25^{\circ}\text{C}$  que es el más óptimo para evitar problemas relacionados con el fraguado rápido, pérdida de trabajabilidad y resistencia.

**Tabla 19:**

*Peso Unitario del Concreto (NTP 339.046)*

Muestra	%Fibra de Acero	Peso Unitario( $\text{kg/m}^3$ )	Peso Unitario
F.A 0.0% - M1-E1		2365 $\text{kg/m}^3$	
F.A 0.0% - M1-E2	0%	2371 $\text{kg/m}^3$	2367.67 $\text{kg/m}^3$
F.A 0.0% - M1-E3		2367 $\text{kg/m}^3$	
F.A 2.5% - M2-E1		2380 $\text{kg/m}^3$	
F.A 2.5% - M2-E2	2.50%	2378 $\text{kg/m}^3$	2378.00 $\text{kg/m}^3$
F.A 2.5% - M2-E3		2376 $\text{kg/m}^3$	
F.A 5.0% - M3-E1		2398 $\text{kg/m}^3$	
F.A 5.0% - M3-E2	5%	2402 $\text{kg/m}^3$	2398.67 $\text{kg/m}^3$
F.A 5.0% - M3-E3		2396 $\text{kg/m}^3$	
F.A 7.5% - M4-E1		2411 $\text{kg/m}^3$	
F.A 7.5% - M4-E2	7.50%	2413 $\text{kg/m}^3$	2411.00 $\text{kg/m}^3$
F.A 7.5% - M4-E3		2409 $\text{kg/m}^3$	

En la tabla 19, se registraron los valores del peso unitario de las cuatro muestras con sus tres respectivas pruebas. La variación del peso unitario del concreto se explica por el incremento progresivo del contenido de fibras de acero, las cuales poseen una mayor densidad en comparación con la matriz cementicia y los agregados. A medida que

aumenta la dosificación de fibras, el peso unitario del concreto se incrementa gradualmente, pasando de valores cercanos a  $2365\text{--}2371 \text{ kg/m}^3$  en el concreto sin fibras, hasta aproximadamente  $2409\text{--}2413 \text{ kg/m}^3$  con 7.5 % de fibras. Asimismo, las pequeñas diferencias entre muestras del mismo diseño se atribuyen a variaciones normales en el proceso de compactación y distribución del material, consideradas propias del ensayo y aceptables dentro del control del concreto fresco.

### **Propiedades Mecánicas**

En las siguientes tablas se presentan las propiedades mecánicas del concreto elaborado con la incorporación de fibras de acero SikaFiber® 80/60 NB, las cuales fueron determinadas mediante ensayos experimentales en estado endurecido. La evaluación de estas propiedades permitió analizar la influencia de las fibras en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto, así como en su comportamiento postfisuración y capacidad de absorción de energía.

### **Resistencia a la Compresión**

En la Tabla 20, se detallan las 36 probetas cilíndricas ensayadas para determinar la resistencia a la compresión, correspondientes a las dosificaciones de 0%, 2.5%, 5.0% y 7.5%. Las evaluaciones se realizaron de forma individual a edades de curado de 7, 14 y 28 días.

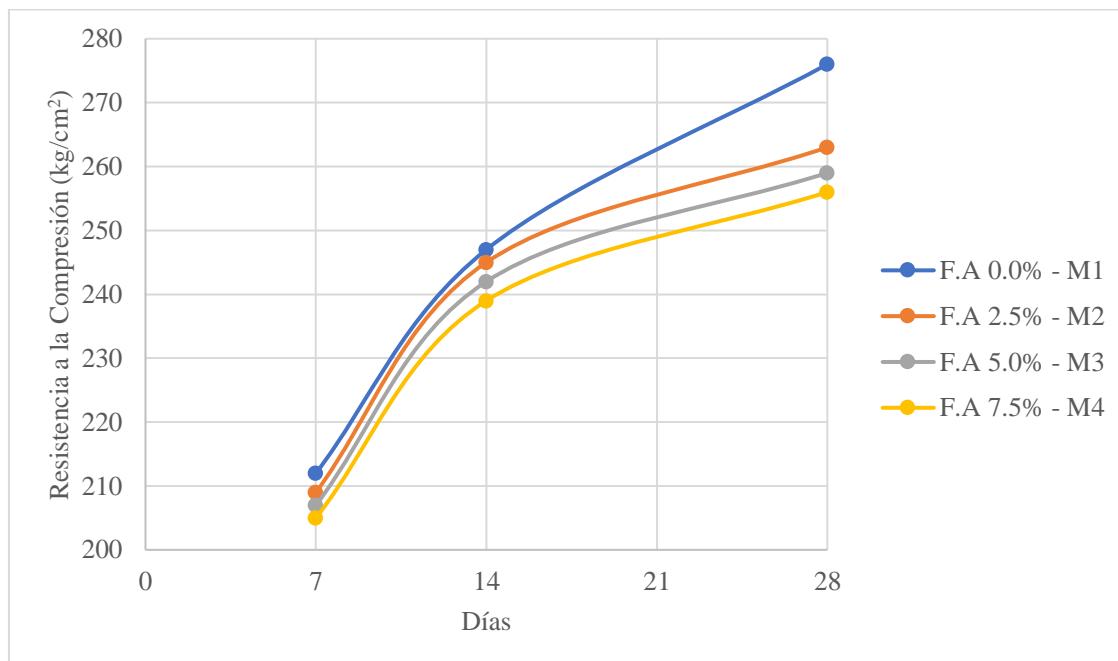
**Tabla 20:**

*Promedio a la Resistencia a la Compresión de las muestras*

<b>Dosificación</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>		
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
F.A 0.0% - M1	212 kg/cm <sup>2</sup>	247 kg/cm <sup>2</sup>	276 kg/cm <sup>2</sup>
F.A 2.5% - M2	209 kg/cm <sup>2</sup>	245 kg/cm <sup>2</sup>	263 kg/cm <sup>2</sup>
F.A 5.0% - M3	207 kg/cm <sup>2</sup>	242 kg/cm <sup>2</sup>	259 kg/cm <sup>2</sup>
F.A 7.5% - M4	205 kg/cm <sup>2</sup>	239 kg/cm <sup>2</sup>	256 kg/cm <sup>2</sup>

**Figura 7:**

*Cuadro Comparativo de Resistencia a la Compresión*



En la figura 7, se observa la variación de la resistencia a la compresión ya que este parámetro está gobernado principalmente por el comportamiento de la matriz

cimenticia del concreto. Al incrementarse el porcentaje de fibras de acero, parte del volumen efectivo de la matriz es reemplazado por fibras, lo que puede generar ligeras discontinuidades y mayor dificultad de compactación, produciendo una reducción progresiva de la resistencia a compresión. Por ello, el concreto sin fibras presenta el mayor valor ( $276 \text{ kg/cm}^2$ ) y, conforme aumenta la dosificación hasta 7.5 %, la resistencia disminuye gradualmente, manteniéndose en todos los casos por encima de la resistencia de diseño.

### **Resistencia a la Flexión**

En la Tabla 21, se detallan las 36 probetas prismáticas ensayadas para determinar la resistencia a la flexión, correspondientes a las dosificaciones de 0%, 2.5%, 5.0% y 7.5%. Las evaluaciones se realizaron de forma individual a edades de curado de 7, 14 y 28 días.

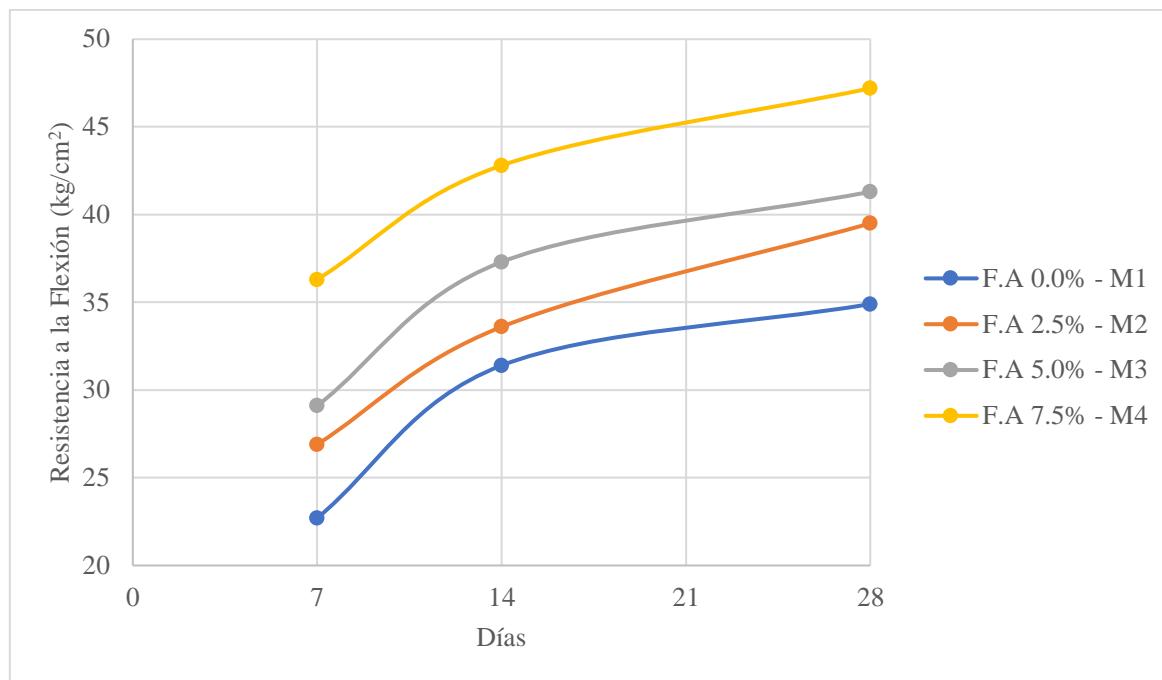
**Tabla 21:**

*Promedio a la Resistencia a la Flexión de las muestras*

<b>Dosificación</b>	<b>Resistencia a la Flexión</b>		
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
F.A 0.0% - M1	22.7 $\text{kg/cm}^2$	31.4 $\text{kg/cm}^2$	34.9 $\text{kg/cm}^2$
F.A 2.5% - M2	26.9 $\text{kg/cm}^2$	33.6 $\text{kg/cm}^2$	39.5 $\text{kg/cm}^2$
F.A 5.0% - M3	29.1 $\text{kg/cm}^2$	37.3 $\text{kg/cm}^2$	41.3 $\text{kg/cm}^2$
F.A 7.5% - M4	36.3 $\text{kg/cm}^2$	42.8 $\text{kg/cm}^2$	47.2 $\text{kg/cm}^2$

**Figura 8:**

*Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión*



En la Figura 8, se observa que la resistencia a flexión tiene una variación esto se debe al efecto positivo de las fibras de acero en el control y puenteo de fisuras dentro del concreto. A medida que aumenta la dosificación de fibras, estas actúan como refuerzo disperso, mejorando la capacidad del material para resistir esfuerzos de tracción indirecta generados durante la flexión. Por ello, el concreto sin fibras presenta el menor valor ( $34.9 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras que con incrementos de 2.5 %, 5 % y 7.5 % se obtiene un aumento progresivo de la resistencia, alcanzando el valor máximo de  $47.2 \text{ kg/cm}^2$ , evidenciando una mejora significativa del comportamiento flexional del concreto.

## Resistencia a la Tracción

En la Tabla 22, se detallan las 36 probetas cilíndricas ensayadas para determinar la resistencia a la tracción, correspondientes a las dosificaciones de 0%, 2.5%, 5.0% y 7.5%. Las evaluaciones se realizaron de forma individual a edades de curado de 7, 14 y 28 días.

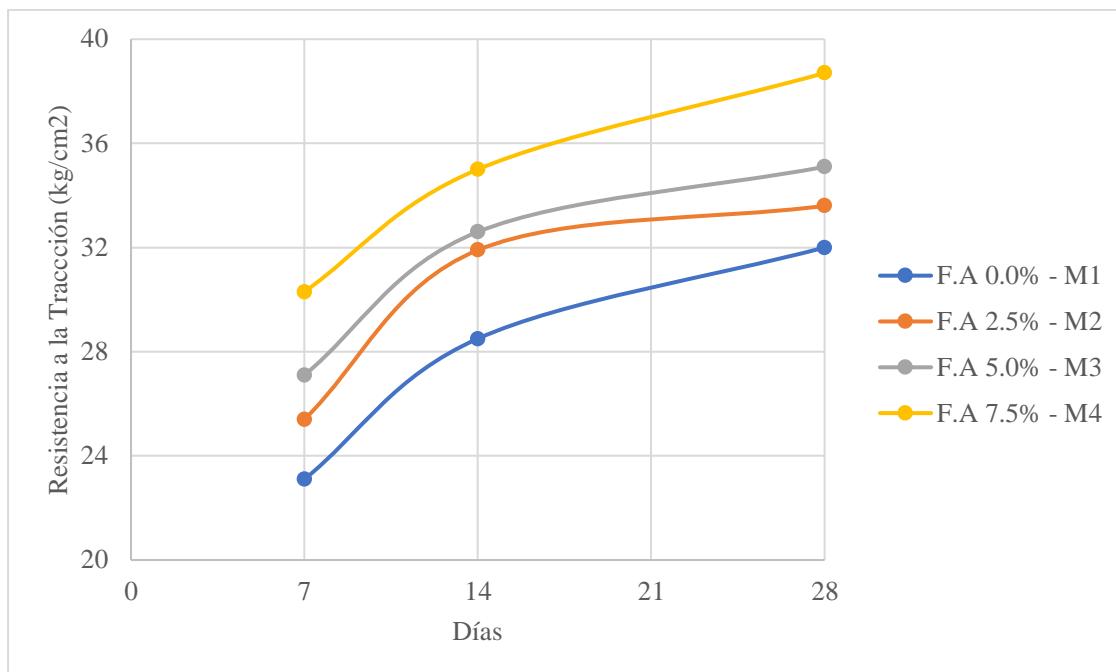
**Tabla 22:**

*Promedio a la Resistencia a la Tracción de las muestras*

Dosificación	Resistencia a la Tracción		
	7 días	14 días	28 días
F.A 0.0% - M1	23.1 kg/cm <sup>2</sup>	28.5 kg/cm <sup>2</sup>	32.0 kg/cm <sup>2</sup>
F.A 2.5% - M2	25.4 kg/cm <sup>2</sup>	31.9 kg/cm <sup>2</sup>	33.6 kg/cm <sup>2</sup>
F.A 5.0% - M3	27.1 kg/cm <sup>2</sup>	32.6 kg/cm <sup>2</sup>	35.1 kg/cm <sup>2</sup>
F.A 7.5% - M4	30.3 kg/cm <sup>2</sup>	35.0 kg/cm <sup>2</sup>	38.7 kg/cm <sup>2</sup>

**Figura 9:**

*Cuadro Comparativo de Resistencia a la Tracción*



En la Figura 9, se observa que la resistencia a tracción tiene una variación esto se debe por la incorporación de fibras de acero, las cuales mejoran la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción mediante la unión de microfisuras y la redistribución de tensiones. Conforme aumenta la dosificación de fibras, se observa un incremento progresivo de la resistencia, pasando de  $32.0 \text{ kg/cm}^2$  en el concreto sin fibras a  $38.7 \text{ kg/cm}^2$  con 7.5 % de fibras. Este comportamiento evidencia que las fibras contribuyen significativamente a retrasar la propagación de fisuras, mejorando el desempeño mecánico del concreto bajo esfuerzos de tracción.

## 4.2 Discusión

- Los resultados obtenidos evidencian que las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB presentan características físicas y mecánicas adecuadas para su uso como refuerzo en concreto estructural, destacando su geometría con extremos anclados, longitud de 60 mm y relación de aspecto de 80, las cuales favorecen un adecuado anclaje dentro de la matriz cementicia y una eficiente transferencia de esfuerzos. Este comportamiento es consistente con los antecedentes internacionales de Ran et al. (2021) y Khan et al. (2021), quienes señalan que las fibras con extremos anclados y relaciones de aspecto medias–altas presentan un mejor desempeño mecánico que las fibras rectas, debido a su mayor resistencia al deslizamiento y capacidad de control de fisuras. Asimismo, estudios nacionales como el de Maceda y Samillan (2021) indican que este tipo de fibra permite mejorar el comportamiento post-fisuración del concreto sin generar fallas frágiles, lo que explica el desempeño favorable observado en la presente investigación.
- Los resultados muestran que, si bien la relación agua/cemento permitió alcanzar la resistencia de diseño del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el incremento del porcentaje de fibras de acero influyó directamente en la trabajabilidad de la mezcla, evidenciándose una mayor dificultad para mantener la fluidez a dosificaciones más altas. Este comportamiento coincide con los antecedentes internacionales de Khan et al. (2021) y Sandoval-Siesquen (2025), quienes reportan que la incorporación de fibras de acero incrementa la demanda de agua debido al aumento de la superficie específica y a la interferencia física generada dentro de la matriz cementicia. De manera similar, estudios nacionales como el de Alarcón y Barboza (2024) indican que un manejo inadecuado de la relación agua/cemento en concretos fibroreforzados puede afectar la cohesión de la mezcla y el desempeño final del

concreto, lo que confirma que este parámetro es crítico y debe ajustarse en función del contenido de fibra.

- Los resultados evidencian que la adición progresiva de fibras de acero produce una disminución del asentamiento y un incremento del contenido de aire, mientras que la temperatura y el peso unitario del concreto presentan variaciones mínimas y se mantienen dentro de rangos aceptables. Este comportamiento es similar al reportado en los antecedentes nacionales y locales, como los estudios de Iparraguirre (2024) y Toroverero (2022), quienes indican que la presencia de fibras reduce la trabajabilidad del concreto fresco sin afectar significativamente su densidad. En el estado endurecido, se observó una ligera disminución de la resistencia a la compresión a altas dosificaciones de fibra, mientras que las resistencias a la flexión y tracción aumentaron de manera significativa, resultado que coincide con los antecedentes internacionales de Ran et al. (2021) y Khan et al. (2021), quienes concluyen que las fibras de acero actúan principalmente como refuerzo frente a esfuerzos de tracción y flexión, mejorando el comportamiento post-fisuración del concreto y confirmando la tendencia observada en esta investigación.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se concluye que las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB presentan características físicas y mecánicas idóneas para su aplicación como refuerzo en concreto estructural  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Su geometría con extremos anclados (hooked-end), longitud de 60 mm, diámetro aproximado de 0.80 mm y relación de aspecto de 80 favorecen un adecuado anclaje dentro de la matriz cementicia, lo que permitió una eficiente transferencia de esfuerzos y un mejor control de la fisuración. Estas características explican el comportamiento observado en los ensayos mecánicos, donde el concreto reforzado mostró mejoras significativas en resistencia a la flexión y tracción, confirmando que la fibra empleada cumple con los parámetros técnicos necesarios para mejorar el desempeño estructural del concreto sin generar fallas por deslizamiento o desprendimiento prematuro.
- Se concluye que la relación agua/cemento utilizado en los diseños de mezcla permitió alcanzar la resistencia de diseño del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en todas las dosificaciones evaluadas; no obstante, el incremento del contenido de fibras de acero influyó directamente en la trabajabilidad del concreto. En particular, se observó que, al aumentar el porcentaje de fibra hasta 7.5%, el asentamiento del concreto disminuyó con respecto a la mezcla patrón, evidenciando una mayor demanda de control en la relación agua/cemento. Por tanto, se determina que la relación agua/cemento es un parámetro crítico en concretos fibroreforzados y que su ajuste debe realizarse en función del contenido de fibra incorporado, a fin de mantener la cohesión, evitar segregación y garantizar una adecuada compactación del concreto.
- Se concluye que la incorporación progresiva de fibras de acero al concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  modifica de manera significativa sus propiedades físicas y mecánicas. En el estado fresco,

la adición de fibras produjo una disminución del asentamiento y un incremento del contenido de aire en la dosificación de 7.5%, mientras que la temperatura y peso unitario un aumentó, manteniéndose estos valores dentro de rangos aceptables. En el estado endurecido, se observó una disminución en la resistencia a la compresión para la dosificación más alta de fibra, mientras que la resistencia a la flexión y a la tracción se incrementaron significativamente respectivamente, a los 28 días de curado. Estos resultados confirman que las fibras de acero actúan principalmente como refuerzo frente a esfuerzos de tracción y flexión, mejorando el comportamiento post-fisuración del concreto, aunque con una influencia limitada en la resistencia a compresión cuando se emplean dosificaciones elevadas.

## 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda emplear fibras de acero que presenten características físicas y mecánicas similares a la SikerFiber® CHO 80/60 NB, tales como geometría con extremos anclados, longitud cercana a 60 mm y relación de aspecto de aproximadamente 80, ya que estas propiedades demostraron favorecer un adecuado anclaje dentro de la matriz cementicia y una eficiente transferencia de esfuerzos. Asimismo, se sugiere verificar previamente la uniformidad dimensional, la resistencia del material y la compatibilidad de las fibras con los agregados locales, a fin de evitar problemas de segregación o aglomeración durante el mezclado y garantizar un comportamiento estructural adecuado del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se recomienda realizar un control riguroso de la relación agua/cemento en los diseños de mezcla del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibras de acero, considerando que el incremento del contenido de fibra genera una reducción progresiva de la trabajabilidad del concreto. Se sugiere ajustar la relación agua/cemento en función del porcentaje de fibra incorporado, evitando incrementos excesivos de agua que puedan afectar negativamente la resistencia mecánica y la durabilidad del concreto. Asimismo, se recomienda realizar ensayos preliminares de asentamiento para cada dosificación de fibra, con el fin de asegurar una adecuada cohesión, homogeneidad y facilidad de colocación del concreto en condiciones de laboratorio y obra.
- Se recomienda evaluar de manera conjunta las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  al incorporar fibras de acero, priorizando un equilibrio entre trabajabilidad y desempeño estructural. Dado que los resultados evidenciaron incrementos significativos en la resistencia a la flexión y tracción, se sugiere emplear este tipo de

concreto en elementos estructurales donde predominen dichos esfuerzos. Asimismo, se recomienda controlar permanentemente propiedades como el asentamiento y el contenido de aire, especialmente a mayores dosificaciones de fibra, para asegurar una adecuada compactación y minimizar la presencia de vacíos que puedan afectar el comportamiento mecánico final del concreto.

## **CAPITULO VI: REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**

Abbass, W., Khan, M. I., & Mourad, S. (2018). *Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete*. Arabia Saudita.

Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Caracas: Episteme.

ASTM. (2018). standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). *West Conshohocken*, ASTM C78/C78M-18.

ASTM. (2023). Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the volumetric method. *ASTM C173/C173M-23*. doi:[https://www.astm.org/c173\\_c173m-23.html](https://www.astm.org/c173_c173m-23.html)

ASTM International. (2020). Standard Specification for Concrete. *ASTM C33/C33M-18*. doi: <https://www.astm.org>

ASTM International. (2023). Standard test method for slump of hydraulic-cement concrete. *ASTM C143/C143M-23*. doi:[https://www.astm.org/c143\\_c143m-23.html](https://www.astm.org/c143_c143m-23.html)

Barrueto Briceño, D. J. (2021). *Ánalisis comparativo entre concreto tradicional y concreto con fibras de acero más superplastificante, para la construcción de viviendas en Trujillo – 2021*. Trujillo: Repositorio Institucional UPN.

Bekaert. (2025). *Fibras de acero Dramix® 3D para refuerzo de hormigón*. Bekaert. Obtido de <https://www.bekaert.com/es-MX/productos/construccion/refuerzo-de-hormigon/fibras-de-acero-dramix-3d-para-refuerzo-de-hormigon>

Cahuana, A., & Ramos, E. (2024). *Diseño y costo sobre la losa maciza y aligerada en un edificio de estacionamiento de 5 pisos en el distrito Santa Anita, Lima*. Lima. Obtido de

<https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/2baf4e09-581c-4aec-89e9-9757a6e79cf9>

Cahuana, A., & Ramos, E. (2024). *PREPONDERANCIA DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DEL LOSA BUBBLEDECK EN EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL, DISEÑO Y COSTO SOBRE LA LOSA MACIZA Y ALIGERADA EN UN EDIFICIO DE ESTACIONAMIENTO DE 5 PISOS EN EL DISTRITO SANTA ANITA, LIMA.* Tesis, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima. Obtido de  
[file:///C:/Users/USER/Downloads/2024\\_CAHUANA%20VEGA.pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/2024_CAHUANA%20VEGA.pdf)

Choque, C., & Paye, Y. (2019). *Evaluacion de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra de vidrio a elevadas temperaturas.* TESIS , UNSA, Arequipa. Obtido de  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/d4f6de27-0f91-4029-9000-861b9acadd56>

Diaz, J. (2023). *Evaluación de la resistencia a la tracción del concreto empleando fibra sintética.* tesis para el titulo profesoional de ingeniero civil, Universidad Señor de Sipan, Pimentel.  
Obtido de  
[https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11161/Diaz%20Tapia%20Jose%20Felix.pdf?isAllowed=y&sequence=11&utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11161/Diaz%20Tapia%20Jose%20Felix.pdf?isAllowed=y&sequence=11&utm_source=chatgpt.com)

Garcia, L. ,. (2021). Mejoras en el comportamiento mecánico del concreto mediante fibras metálicas de gancho. *Revista Internacional de Ingeniería Civil*, 3(35), 245'259.  
doi:<https://doi.org/10.1234/riic.v35i3.5678>

Gonzalez, & Martinez. (2022). Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas corrugadas. *Revista Ingeniería y Construcción*. 2(37), 155- 164.  
doi:<https://doi.org/10.4067/S0718-50732022000200155>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill España.

INACAL. (2002). *Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción por división de cilindros de concreto*. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.

INACAL. (2 de Agosto de 2016). Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

INACAL. (2018). *Agregados para concreto*. NTP 400.037: 2018.

INACAL. (2021). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland*. NTP 339.088:2020.

INACAL. (2021). *Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado*. Método de Ensayo NTP 339.184.

Iparraguirre Medina, A. M. (2024). *Influencia de incorporar fibras metálicas en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  para elementos estructurales*, Trujillo – 2024. Trujillo: Repositorio Institucional UPN.

Karimipour, A., Ghalehnovi , M., & de Brito, J. (2020). *Mechanical and durability properties of steel fibre-reinforced rubberised concrete*. Texas.

Maceda, R., & Samillan, J. (2021). *Incorporación de fibras de acero en el concreto estructural  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para incrementar su resistencia mecánica*, la Victoria, Chiclayo, Lambayeque, 2021. Chiclayo.

Macías, D. (2020). *Influencia en losas de concreto reforzado con fibras cortas de acero*. Bogotá.

Makul, N. (2025). *Dictionary of Concrete Technology*.

Marmol Salazar, P. C. (2010). *Hormigones con fibras de acero características mecánicas*.

Madrid.

Mc Cormac, J., & Brown, R. (2017). *Diseño de Concreto Reforzado* (Vol. 10). Alfaomega.

Obtido de <https://www.alpha-editorial.com/E-book/9789587784145/Dise%C3%B1o+De+Concreto+Reforzado+10%C2%AA+Edici%C3%B3n>

Moran, F., & Huerta, E. (2020). *Propuesta de mejora del comportamiento mecánico en pavimentos rígidos mediante la aplicación de fibra de acero en la Vía Av. Los héroes: Tramo Av. Miguel Iglesias y Av. 26 de noviembre*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Mustapha, I., Abdulkareem, Z., Abdulkareem, M., & Ganiyu, A. (2022). *Predictive Modeling of Physical and Mechanical Properties of Pervious Concrete using XGBoost*.

Noboa, D., & Villaseca, S. (2024). *Elaboración de concreto usando agregado grueso reciclado para evaluar su resistencia a la compresión en la ciudad de Piura*. Piura.

NTP. (14 de Septiembre de 2016). Concreto. Práctica normalizada para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido. 339.216:2016.

Pimienta, J., & De la Orden, A. (2017). *Metodología de la Investigación*. PEARSON.

Piqueras, Y. (12 de Abril de 2017). *PoliBLOGS*. Obtido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/04/12/hormigon-proyectado-con-fibras/>

Prince Cruz, J. (2020). *Uso de fibras de acero en concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para losas aligeradas en edificaciones*, Lima, 2020. Lima.

Quiroz, C., & Terrones, R. (2024). *Adición de lana de roca para mejorar la resistencia a compresión del concreto  $F'c=210 \text{ KG/CM}^2$  expuesto a alta temperatura en Chimbote*. Chimbote: UNS.

Ramirez, & Torrez. (2023). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de acero HFE. *Revista de Ingeniería y Materiales*, 2(28), 115-127.  
doi:<https://doi.org/10.1234/rim.v28i2.8901>

Ran , J., Li, T., Chen, D., Shang, L., Li, W., & Zhu, Q. (2021). *Mechanical properties of concrete reinforced with corrugated steel fiber under uniaxial compression and tension*. China.

Rodriguez, S. (2022). Efecto de diferentes tipos de fibras metálicas en las propiedades mecánicas del concreto reforzado. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Civil*, 1(40), 78-88.  
doi:<https://doi.org/10.1234/rlic.v40i1.567>

Romero, J. (2025). *La calidad de agua superficial y las propiedades del concreto para la construcción de viviendas en Huancayo*. Huancayo. Obtido de  
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/9114>

SIKA. (17 de Julio de 2015). *BUILDING TRUST SIKA*. Obtido de  
[https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/mercados\\_sika/sika-aditivosconcreto/productos-aditivos-para-concreto/aditivos-concretopremezclado/premezclado-fibras-concreto.html](https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/mercados_sika/sika-aditivosconcreto/productos-aditivos-para-concreto/aditivos-concretopremezclado/premezclado-fibras-concreto.html)

Toroverero, D. (2022). *Incorporación de fibra de acero en un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para*

*mejorar las propiedades físicas y mecánicas, Cajamarca - 2022.* Cajamarca.

Vargas, E., & López, M. (2020). *Eficacia de las promociones a través de Facebook y las ventas  
en la Estética Láser Renasce de Los Olivos.* Lima.

## **CAPITULO VII: ANEXOS**

### **Anexo 1: Matriz de Consistencia**

**Tabla 23:**

*Matriz de Consistencia*

TITULO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE
<p><b>Influencia de las Fibras de Acero en las Propiedades Físicas y Mecánicas en Losa de Concreto <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en Trujillo- La Libertad</b></p>	<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo influye la adición de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con una resistencia de <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en losas de concreto en Trujillo, La Libertad?</p> <p><b>Problema Específicos</b></p> <p>¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB?</p> <p>¿Cuál es la relación agua/cemento (a/c) adecuada para los diseños de mezcla de concreto <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> al adicionar 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB?</p> <p>¿Cómo varían las propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) y las propiedades mecánicas (resistencia a la flexión, compresión y tracción) del concreto <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> al adicionar 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar la influencia de las Fibras de Acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en las Propiedades Físicas y Mecánicas en Losa de Concreto <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en Trujillo – La Libertad.</p> <p><b>Objetivo Específicos</b></p> <p>Establecer las características físicas y mecánicas de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB.</p> <p>Determinar la relación agua/cemento para los diseños de mezclas de concreto <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB.</p> <p>Determinar las propiedades físicas (asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario) y mecánicas (resistencia de flexión, compresión y tracción) del concreto <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> adicionando 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB para evaluar su influencia.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La adición de fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en la losa de concreto en la ciudad de Trujillo, La Libertad, se espera que tenga una influencia positiva en las propiedades físicas y mecánicas del material.</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>Se pretende detallar las características físicas y mecánicas de las fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB.</p> <p>Se pretende determinar la relación agua/cemento para los ensayos, con la dosificación de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB establecidos.</p> <p>A medida que se incrementa la proporción de fibra de acero SikerFiber® CHO 80/60 NB en la mezcla de concreto, se anticipa una mejora progresiva en sus propiedades físicas y mecánicas en estado fresco y endurecido del concreto.</p>	<p>V.Independiente</p> <p>Fibras de Acero</p> <p>V.Dependiente</p> <p>Las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Losas de Concreto.</p>

**Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables**

**Tabla 24:**  
*Matriz de Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTAS	MÉTODOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: FIBRA DE ACERO	<p>Tipo de fibra de acero diseñada para reforzar el concreto en aplicaciones estructurales, con énfasis en el aumento de la flexibilidad y la prevención de grietas en componentes como pisos, superficies de rodadura y edificaciones en zonas de actividad sísmica. Se compone de fibras de acero con enganches dobles en los extremos (denominadas CHO por su forma de gancho), elaboradas a partir de acero al carbono de elevada tenacidad Sika (2023).</p> <p>Se define a las losas como componente importante que se encargado de tener resistencia a cargas por gravedad que se le son aplicadas directamente sobre su área, mayormente en dirección de 90° a esta misma, así también se caracteriza por tener un espesor menor a sus otras dimensiones. (Cahuana &amp; Ramos, 2024).</p>	<p>Para observar las propiedades físico-mecánicas del concreto al añadir fibras de acero SikerFiber® CHO 80/60 N en diferentes porcentajes, se deben considerar varios aspectos relevantes que se han documentado en la literatura técnica y científica.</p>	Características Físicas y Mecánicas	Técnico-Estructural	Manuales y Libros	Ficha Técnica
VARIABLE DEPENDIENTE: LOSA DE CONCRETO		<p>Las propiedades físicas y mecánicas se determinaron mediante ensayos de estado fresco de concreto donde se obtuvo sus propiedades físicas, y a su vez con curados durante 7,14 y 28 días, en estado endurecido donde se obtuvo propiedades mecánicas.</p>	Norma Técnica Peruana (NTP)	<p>Ensayo de asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario del concreto</p> <p>Resistencia a compresión, flexión y tracción del concreto a los 7,14 y 28 días.</p>	Manual de Ensayos	<p>NTP 339.035,        NTP 339.080,        NTP 339.184,        NTP 339.046</p> <p>NTP 339.034,        NTP 339.084,        NTP 339.078</p>

**Anexo 3: Formato de ensayo N°001-AGREFINO-CANTMIL**

## Análisis Granulométrico de Agregado Fino

FORMATO DE ENSAYO							Código 0201813056 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 1 de 4																																																																																													
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 400.012																																																																																																				
<b>PROYECTO:</b> Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad <b>MATERIAL:</b> Agregado Fino <b>PROCEDENCIA:</b> Cantera El Milagro - Trujillo <b>TESISTAS:</b> Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez <b>FECHA:</b> 30/08/2024																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tamiz Estándar</th> <th rowspan="2">Abert. (mm)</th> <th rowspan="2">Peso Reten. (g)</th> <th rowspan="2">% Reten. Parcial</th> <th rowspan="2">% Reten. Acum.</th> <th rowspan="2">% Que Pasa</th> <th colspan="2">Límites ( NTP 400.037)</th> <th rowspan="2">Datos de la muestra</th> </tr> <tr> <th>Mínimo</th> <th>Máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.500</td> <td>0</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>100.0</td> <td>100</td> <td>100</td> <td rowspan="12" style="vertical-align: middle;"> <b>Características físicas:</b>            Cont. De Humedad: 0.80%            Módulo de Finura: 2.71         </td> </tr> <tr> <td>N°4</td> <td>4.750</td> <td>46.6</td> <td>4.7</td> <td>4.7</td> <td>95.3</td> <td>95</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>N°8</td> <td>2.360</td> <td>107.5</td> <td>10.9</td> <td>15.6</td> <td>84.4</td> <td>80</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>N°16</td> <td>1.180</td> <td>194.1</td> <td>19.7</td> <td>35.3</td> <td>64.7</td> <td>50</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>N°30</td> <td>0.600</td> <td>182.9</td> <td>18.6</td> <td>53.9</td> <td>46.1</td> <td>25</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>N°50</td> <td>0.300</td> <td>168.1</td> <td>17.1</td> <td>71.0</td> <td>29.0</td> <td>5</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>N°100</td> <td>0.150</td> <td>187.6</td> <td>19.0</td> <td>90.0</td> <td>10.0</td> <td>0</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>N°200</td> <td>0.075</td> <td>91.5</td> <td>9.3</td> <td>99.3</td> <td>0.7</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Fondo</td> <td>-</td> <td>7.1</td> <td>0.7</td> <td>100.0</td> <td>0.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td><td>985.4</td><td>100.0</td><td colspan="5" rowspan="3"></td></tr> </tbody> </table>								Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (g)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites ( NTP 400.037)		Datos de la muestra	Mínimo	Máximo	3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Cont. De Humedad: 0.80% Módulo de Finura: 2.71	N°4	4.750	46.6	4.7	4.7	95.3	95	100	N°8	2.360	107.5	10.9	15.6	84.4	80	100	N°16	1.180	194.1	19.7	35.3	64.7	50	85	N°30	0.600	182.9	18.6	53.9	46.1	25	60	N°50	0.300	168.1	17.1	71.0	29.0	5	30	N°100	0.150	187.6	19.0	90.0	10.0	0	10	N°200	0.075	91.5	9.3	99.3	0.7	0	5	Fondo	-	7.1	0.7	100.0	0.0					985.4	100.0					
Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (g)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites ( NTP 400.037)								Datos de la muestra																																																																																						
						Mínimo	Máximo																																																																																													
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Cont. De Humedad: 0.80% Módulo de Finura: 2.71																																																																																												
N°4	4.750	46.6	4.7	4.7	95.3	95	100																																																																																													
N°8	2.360	107.5	10.9	15.6	84.4	80	100																																																																																													
N°16	1.180	194.1	19.7	35.3	64.7	50	85																																																																																													
N°30	0.600	182.9	18.6	53.9	46.1	25	60																																																																																													
N°50	0.300	168.1	17.1	71.0	29.0	5	30																																																																																													
N°100	0.150	187.6	19.0	90.0	10.0	0	10																																																																																													
N°200	0.075	91.5	9.3	99.3	0.7	0	5																																																																																													
Fondo	-	7.1	0.7	100.0	0.0																																																																																															
		985.4	100.0																																																																																																	
REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO																																																																																																				
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>																																																																																																				
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Data points estimated from the Granulometric Curve Graph</caption> <thead> <tr> <th>Apertura (mm)</th> <th>% Que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100.00</td><td>100</td></tr> <tr><td>10.00</td><td>95</td></tr> <tr><td>1.00</td><td>65</td></tr> <tr><td>0.10</td><td>10</td></tr> <tr><td>0.01</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>								Apertura (mm)	% Que Pasa	100.00	100	10.00	95	1.00	65	0.10	10	0.01	0																																																																																	
Apertura (mm)	% Que Pasa																																																																																																			
100.00	100																																																																																																			
10.00	95																																																																																																			
1.00	65																																																																																																			
0.10	10																																																																																																			
0.01	0																																																																																																			

## Contenido de Humedad de Agregado Fino

FORMATO DE ENSAYO				Código 0201813056 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 3 de 4	
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO 400.017</b>					
<b>PROYECTO:</b> Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad <b>MATERIAL:</b> Agregado Fino <b>PROCEDENCIA:</b> Cantera El Milagro - Trujillo <b>TESISTAS:</b> Bach.María Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Méndez <b>FECHA:</b> 30/08/2024					
<b>Peso Unitario Suelto = <math>M = (1 + (A/100))</math></b>					
M: Peso Unitario del Agregado A: % de Absorción NTP 400.021 ó 400.022					
<b>Peso Unitario Suelto (ASTM C-229/NTP 400.017)</b>					
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	
Peso del molde (gr)	6320.0	6320.0	6320.0		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	9500.0	9500.0	9500.0		
Peso del molde + muestra suelta (gr)	21380.0	21300.0	21360.0		
Peso de la muestra suelta (gr)	15060.0	14980.0	15040.0		
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1584</b>	<b>1575</b>	<b>1581</b>	<b>1580</b>	
<b>Peso Unitario Compactado (ASTM C-229/NTP 400.017)</b>					
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	
Peso del molde (gr)	6320.0	6320.0	6320.0		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	9500.0	9500.0	9500.0		
Peso del molde + muestra compactado (gr)	23120.0	23080.0	23080.0		
Peso de la muestra compactado (gr)	16800.0	16760.0	16760.0		
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1767</b>	<b>1762</b>	<b>1762</b>	<b>1764</b>	

## **Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Fino**

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 3 de 4		
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO 400.017				
<b>PROYECTO:</b> Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad <b>MATERIAL:</b> Agregado Fino <b>PROCEDENCIA:</b> Cantera El Milagro - Trujillo <b>TESISTAS:</b> Bach.María Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Méndez <b>FECHA:</b> 30/08/2024				
<b>Peso Unitario Suelto = <math>M (1+(A/100))</math></b>				
M: Peso Unitario del Agregado A: % de Absorción NTP 400.021 ó 400.022				
<b>Peso Unitario Suelto (ASTM C-229/NTP 400.017)</b>				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso del molde (gr)	6320.0	6320.0	6320.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	9500.0	9500.0	9500.0	
Peso del molde + muestra suelta (gr)	21380.0	21300.0	21360.0	
Peso de la muestra suelta (gr)	15060.0	14980.0	15040.0	
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1584</b>	<b>1575</b>	<b>1581</b>	<b>1580</b>
<b>Peso Unitario Compactado (ASTM C-229/NTP 400.017)</b>				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso del molde (gr)	6320.0	6320.0	6320.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	9500.0	9500.0	9500.0	
Peso del molde + muestra compactado (gr)	23120.0	23080.0	23080.0	
Peso de la muestra compactado (gr)	16800.0	16760.0	16760.0	
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1767</b>	<b>1762</b>	<b>1762</b>	<b>1764</b>

## **Peso Específico y Absorción de Agregado Fino**

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 4 de 4	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN 400.022			
<b>PROYECTO:</b>	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad		
<b>MATERIAL:</b>	Agregado Fino		
<b>PROCEDENCIA:</b>	Cantera El Milagro - Trujillo		
<b>TESISTAS:</b>	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez		
<b>FECHA:</b>	30/08/2024		
<hr/> $\% \text{ Absorción} = 100 * [(S-A)/A]$ <hr/>			
S: Masa de muestra saturado superficialmente seca (gr.)			
A: Masa de muestra seca al horno (gr.)			
Absorción (ASTM C-128 / NTP 400.022)			
<b>Descripción</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	496.6	497.2	
S= Peso de muestra saturado superficialmente seca (gr.)	500.0	500.0	
<b>Absorción (%)</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>
<hr/> $\text{Peso Específico} = A/(B + S - C)$ <hr/>			
S: Masa de muestra saturado superficialmente seca (gr.)			
A: Peso de la muestra secada al horno (gr.)			
B: Peso del picnómetro lleno con agua hasta nivel de calibración (gr.)			
C : Peso del picnómetro con la muestra y agua hasta nivel de calibración (gr.)			
Peso Específico (ASTM C-128 / NTP 400.022)			
<b>Descripción</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	496.6	497.2	
Peso del picnómetro lleno de agua (gr)	691.4	645.4	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua (gr)	999.2	951.8	
S= Peso de muestra saturado superficialmente seca (gr.)	500.0	500.0	
<b>Peso específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.58</b>	<b>2.57</b>	<b>2.58</b>

**Anexo 4: Formato de ensayo N°002-AGREFINO-CANTMIL**

## Análisis Granulométrico de Agregado Grueso

FORMATO DE ENSAYO							Código 0201813056 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 1 de 4	
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 400.012								
PROYECTO: Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad								
MATERIAL: Agregado Grueso								
PROCEDENCIA: Cantera El Milagro - Trujillo							Características físicas: Tamaño Max.Nom: 1/2" Cont. De Humedad: 0.50% Módulo de Finura: 6.51	
TESISTAS: Bach.Maria Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Mendez								
FECHA: 30/08/2024								
Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (g)	% Reten.Parcial	% Reten.Acum.	% Que Pasa	Límites ( NTP 400.037)		
						Minimo	Máximo	
1 1/2"	37.500	0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.000	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/4"	19.000	24.7	1.0	1.0	99.0	90	100	
1/2"	12.500	712.9	28.5	29.5	70.5			
3/8"	9.500	605.9	24.2	53.7	46.3	20	55	
N°4	4.750	1086.4	43.5	97.2	2.8	0	10	
N°8	2.360	51.6	2.1	99.3	0.7	0	5	
N°16	1.180	10.7	0.4	99.7	0.3			
Fondo	-	7.8	0.3	100.0	0.0			
		2500.0	100.0					
REPRESENTACIÓN GRAFICA DEL ANALISIS GRANULOMETRICO								
CURVA GRANULOMETRICA								

## **Contenido de Humedad de Agregado Grueso**

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813056 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 2 de 4		
CONTENIDO POR HUMEDAD NTP 339.185				
PROYECTO: Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad				
MATERIAL: Agregado Grueso				
PROCEDENCIA: Cantera El Milagro - Trujillo				
TESISTAS: Bach.María Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Méndez				
FECHA: 30/08/2024				
$W = [(Mcws - Mcs) / (Mcws - Mc)] * 100$				
<p>W: Contenido de Humedad en Porcentaje            Mcws: Peso del contenedor + suelo húmedo (gr.)            Mcs: Peso del contenedor + Suelo seco en horno (gr.)            Mc: Peso del contenedor (gr.)</p>				
Contenido de Humedad del Agregado Grueso (ASTM D-2216/NTP 339.185)				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso del recipiente (gr)	285.1	280.6	283.4	
Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)	3364.2	3516.8	3299.6	
Peso del recipiente + muestra seca (gr)	3348.5	3503.0	3285.7	
Peso de muestra húmeda (gr)	3079.1	3236.2	3016.2	
Peso de muestra seca (gr)	3063.4	3222.4	3002.3	
Peso de agua (gr)	15.7	13.8	13.9	
Contenido de Humedad (%)	0.5	0.4	0.5	0.5

## **Peso Unitario Suelto y Compactado de Agregado Grueso**

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813002 Fecha 30/08/2024 Página 3 de 4		
<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO 400.017</b>				
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad			
MATERIAL:	Agregado Grueso			
PROCEDENCIA:	Cantera El Milagro - Trujillo			
TESISTAS:	Bach.María Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Méndez			
FECHA:	30/08/2024			
<hr/> <b>Peso Unitario Suelto = <math>M (1+(A/100))</math></b> <hr/>				
M: Peso Unitario del Agregado				
A: % de Absorción NTP 400.021 ó 400.022				
<b>Peso Unitario Suelto (ASTM C-229/NTP 400.017)</b>				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso del molde (gr)	6320.0	6320.0	6320.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	9500.0	9500.0	9500.0	
Peso del molde + muestra suelta (gr)	19340.0	19380.0	19360.0	
Peso de la muestra suelta (gr)	13020.0	13060.0	13040.0	
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1369</b>	<b>1373</b>	<b>1371</b>	<b>1371</b>
<b>Peso Unitario Compactado (ASTM C-229/NTP 400.017)</b>				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
Peso del molde (gr)	6320.0	6320.0	6320.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	9500.0	9500.0	9500.0	
Peso del molde + muestra compactado (gr)	20600.0	20560.0	20580.0	
Peso de la muestra compactado (gr)	14280.0	14240.0	14260.0	
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1502</b>	<b>1497</b>	<b>1499</b>	<b>1499</b>

## **Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso**

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813002	0201813056	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN 400.021			Fecha 30/08/2024	
			Página 4 de 4	
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad			
MATERIAL:	Agregado Grueso			
PROCEDENCIA:	Cantera El Milagro - Trujillo			
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez			
FECHA:	30/08/2024			
<hr/> $\% \text{ Absorción} = 100 * [(S-A)/A]$ <hr/>				
S: Masa de muestra saturado superficialmente seca (gr.) A: Masa de muestra seca al horno (gr.)				
<hr/> <b>Absorción (ASTM C-127 / NTP 400.021)</b> <hr/>				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	2218.0	2236.0		
S= Peso de muestra saturado superficialmente seca (gr.)	2236.0	2256.0		
Absorción (%)	0.8	0.9	0.9	
<hr/> $\text{Peso Específico} = A/(S - B)$ <hr/>				
S: Masa de muestra saturado superficialmente seca (gr.) A: Masa de muestra seca al horno (gr.) B: Peso en el agua de la muestra saturada (gr.)				
<hr/> <b>Peso Específico (ASTM C-127 / NTP 400.021)</b> <hr/>				
Descripción	Muestra 1	Muestra 2	Promedio	
Peso de la muestra secada en horno al aire (gr)	2218.0	2236.0		
S= Peso de muestra saturado superficialmente seca (gr.)	2236.0	2256.0		
Peso en el agua de la muestra saturada (gr.)	1345.0	1353.0		
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.49	2.48	2.49	

**Anexo 5: Formato de ensayo N°003-DISEMEZ-CANTMIL**

## Diseño de Mezcla

FORMATO DE ENSAYO							Código 0201813056 Fecha 03/09/2024 Página 1 de 3
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO DE DISEÑO DEL COMITÉ ACI 211							
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad						
PROCEDENCIA:	Cantera El Milagro - Trujillo						
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez						
FECHE:	03/09/2024						
1. SELECCIÓN DE TIPO DE ESTRUCTURA							
Tipo de Estructura		Slump		Slump seleccionado			
		Máximo	Mínimo				
Losa Aligerad		7"	6"	7.0"			
2. RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA ( $F'_cr$ )							
Resistencia de diseño ( $F'_c$ )	210 kg/cm <sup>2</sup>						
Resistencia promedio requerida ( $F'_cr$ )	294 kg/cm <sup>2</sup>						
3. CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO							
Nombre	Tipo	Peso específico	Unidad				
Cemento Pacasmayo Extraforte	II	2970.0	kg/m <sup>3</sup>				
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS							
Características	Unidad	Agregado Fine		Agregado Grueso			
Peso Unitario Suelto (P.U.S)	kg/m <sup>3</sup>	1580		1371			
Peso Unitario Compactado (P.U.C)	kg/m <sup>3</sup>	1764		1499			
Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	2580		2490			
Contenido de Humedad	%	0.8		0.5			
Porcentaje de Absorción	%	0.7		0.9			
Módulo de Fineza		2.71		6.51			
Tamaño Máximo Nominal (T.M.N)				1/2"			
5. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA Y PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO							
Concreto	Sin aire incorporado	Volumen de agua (lt)/m <sup>3</sup>		229			
		Volumen de agua m <sup>3</sup>		0.229			
		% aire atrapado		2.50%			
Agua del concreto para los tamaños máximos nominales de agregados indicados, lt/m <sup>3</sup>							
Slump (in)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	
	Sin aire incorporado						
1 a 2	207	199	190	179	166	154	
3 a 4	228	216	205	193	181	169	
5 a 6	237	222	210	196	184	172	
6 a 7	243	228	216	202	190	178	
Más de 7							
% aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	
	Con aire incorporado						
1 a 2	181	175	168	160	150	142	
3 a 4	202	193	184	175	165	157	
5 a 6	211	199	190	178	168	160	
6 a 7	216	205	197	184	174	166	
Más de 7							
% aire total requerido							
Exposición Clase F1	6	5.5	5	4.5	4.5	4	
Exposición Clases F2 y F3	7.5	7	6	5	5.5	4.5	

FORMATO DE ENSAYO			Código 0201813056 0201813002 Fecha 03/09/2024 Página 2 de 3		
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO DE DISEÑO DEL COMITÉ ACI 211					
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad				
PROCEDENCIA:	Cantera El Milagro - Trujillo				
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez				
FECHA:	03/09/2024				
<b>6. RELACIÓN AGUA/CEMENTO</b>					
Resistencia a la compresión a los 28 días ( $\text{kg/cm}^2$ )		Relación agua/cemento en peso		$f'c$ 352 $\text{kg/cm}^2$ <b>294 <math>\text{kg/cm}^2</math></b> 281 $\text{kg/cm}^2$	
		Sin aire incorporado	Con aire incorporado		
492	0.34	0.33	0.48		
422	0.41	0.4	<b>0.553</b>		
352	0.48	0.4			
281	0.57	0.48			
211	0.68	0.59			
141	0.82	0.74			
<b>7. VOLUMEN DEL CEMENTO</b>					
Peso Cemento ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )	414			Volumen abs cemento $\text{m}^3$	0.13938
<b>8. VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO</b>					
Tamaño máximo nominal del agregado	Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			MF	Volumen $\text{m}^3$
	2.40	2.60	2.80	3.00	
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	
1"	0.71	0.69.	0.67	0.65	
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	
Peso Agr.Grueso ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )	834			Volumen abs Agr.Grueso $\text{m}^3$	0.33797
<b>9. VOLUMEN DEL AGREGADO FINO</b>					
Volumenes absolutos	Valor	Unidad			
Agua	0.229	$\text{m}^3$			
Cemento	0.13938	$\text{m}^3$			
Aire	0.025	$\text{m}^3$			
Agregado Grueso	0.33797	$\text{m}^3$			
<b>Volumen parcial</b>	<b>0.73135</b>	<b><math>\text{m}^3</math></b>			
				Volumen abs Agr.Fino $\text{m}^3$	0.26865
				Peso Agr.Fino ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )	668
<b>10. PESOS EN ESTADO SECO</b>					
Materiales	Pesos en estado seco	Unidad			
Agua	229	Kg			
Cemento	414	Kg			
Agregado Grueso	834	Kg			
Agregado Fino	668	Kg			
<b>Total</b>	<b>2145</b>	<b>Kg</b>			

FORMATO DE ENSAYO			Código 0201813056 0201813002	Fecha 03/09/2024	Página 3 de 3			
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - MÉTODO DE DISEÑO DEL COMITÉ ACI 211								
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad							
PROCEDENCIA:	Cantera El Milagro - Trujillo							
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano							
FECHA:	Bach. José Estefano Chala Méndez							
	03/09/2024							
<b>11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>								
Corrección por humedad de los agregados								
<b>Agregados</b>	<b>Peso del agregado húmedo</b>	<b>Unidad</b>						
Agregado Grueso	839	Kg						
Agregado Fino	694	Kg						
Aporte de agua de los agregados								
<b>Agregados</b>	<b>Aporte agua de libre</b>	<b>Unidad</b>						
Agregado Grueso	-3.3	Kg						
Agregado Fino	0.7	Kg						
<b>Agua efectivo</b>	<b>232</b>	<b>Kg</b>						
<b>12. PROPORCIONES EN PESO</b>								
PROPORCIONES EN PESO SECO								
<b>Material</b>	<b>Peso seco</b>	<b>Peso corregido por humedad</b>						
Agua	229 kg	232 kg						
Cemento	414 kg	414 kg						
Agregado Grueso	834 kg	839 kg						
Agregado Fino	688 kg	694 kg						
PROPORCIONES EN PESO HÚMEDO (EN OBRA)								
<b>Material</b>	<b>Agreg. Fino</b>	<b>Agreg. Grueso</b>	<b>Agua</b>	<b>a/c</b>				
Cemento	1.68	2.03	23.82 lt/bols	0.56				
1.00								
<b>13. PROPORCIONES EN VOLUMEN</b>								
PROPORCIONES EN VOLUMEN								
<b>Material</b>	<b>Proporción en peso</b>	<b>Peso x bolsa</b>	<b>Volumen (pie<sup>3</sup>)</b>					
Cemento	1	42.50 kg	1					
Agregado Fino	1.68	88.37 kg	1.68					
Agregado Grueso	2.03	118.32 kg	2.03					
a/c	0.56	23.82 lt	23.82 lt					
<b>Cemento</b>	<b>Agreg. Fino</b>	<b>Agreg. Grueso</b>	<b>Agua</b>	<b>a/c</b>				
1.00	1.68	2.03	23.82 lt/bols	0.56				

**Anexo 6: Formato de ensayo N°004-PROFISI-CANTMIL**

## Ensayos de Concreto en Estado Fresco

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813002 Fecha 09/09/2024 Página 1 de 1																																																																						
REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO																																																																								
PROYECTO: Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad																																																																								
PROCEDENCIA: Cantera El Milagro - Trujillo																																																																								
TESISTAS:	Bach.María Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Méndez																																																																							
FECHA:	09/09/2024																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Descripción</th> <th style="text-align: center;">Temperatura (°C) NTP 339.184</th> <th style="text-align: center;">Asentamiento (in) NTP 339.035</th> <th style="text-align: center;">Contenido de Aire (%) NTP 339.080</th> <th style="text-align: center;">P.U.C (kg/m³) 339.046</th> <th style="text-align: center;">NTP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Concreto patrón</td><td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">7.00</td><td style="text-align: center;">0.95</td><td style="text-align: center;">2365</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">6.00</td><td style="text-align: center;">0.90</td><td style="text-align: center;">2371</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">7.00</td><td style="text-align: center;">0.90</td><td style="text-align: center;">2367</td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="3">Concreto con 2.5% de fibras de acero</td><td style="text-align: center;">21.0</td><td style="text-align: center;">6.50</td><td style="text-align: center;">1.10</td><td style="text-align: center;">2380</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">5.50</td><td style="text-align: center;">1.00</td><td style="text-align: center;">2378</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.0</td><td style="text-align: center;">5.50</td><td style="text-align: center;">1.00</td><td style="text-align: center;">2376</td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="3">Concreto con 5.0% de fibras de acero</td><td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">5.00</td><td style="text-align: center;">1.20</td><td style="text-align: center;">2398</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.0</td><td style="text-align: center;">4.50</td><td style="text-align: center;">1.10</td><td style="text-align: center;">2402</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.0</td><td style="text-align: center;">5.00</td><td style="text-align: center;">1.20</td><td style="text-align: center;">2396</td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="3">Concreto con 7.5% de fibras de acero</td><td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">4.25</td><td style="text-align: center;">1.30</td><td style="text-align: center;">2411</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.0</td><td style="text-align: center;">4.50</td><td style="text-align: center;">1.20</td><td style="text-align: center;">2413</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.5</td><td style="text-align: center;">4.50</td><td style="text-align: center;">1.30</td><td style="text-align: center;">2409</td><td></td></tr> </tbody> </table>			Descripción	Temperatura (°C) NTP 339.184	Asentamiento (in) NTP 339.035	Contenido de Aire (%) NTP 339.080	P.U.C (kg/m³) 339.046	NTP	Concreto patrón	21.5	7.00	0.95	2365		21.5	6.00	0.90	2371		21.5	7.00	0.90	2367		Concreto con 2.5% de fibras de acero	21.0	6.50	1.10	2380		21.5	5.50	1.00	2378		21.0	5.50	1.00	2376		Concreto con 5.0% de fibras de acero	21.5	5.00	1.20	2398		21.0	4.50	1.10	2402		21.0	5.00	1.20	2396		Concreto con 7.5% de fibras de acero	21.5	4.25	1.30	2411		21.0	4.50	1.20	2413		21.5	4.50	1.30	2409	
Descripción	Temperatura (°C) NTP 339.184	Asentamiento (in) NTP 339.035	Contenido de Aire (%) NTP 339.080	P.U.C (kg/m³) 339.046	NTP																																																																			
Concreto patrón	21.5	7.00	0.95	2365																																																																				
	21.5	6.00	0.90	2371																																																																				
	21.5	7.00	0.90	2367																																																																				
Concreto con 2.5% de fibras de acero	21.0	6.50	1.10	2380																																																																				
	21.5	5.50	1.00	2378																																																																				
	21.0	5.50	1.00	2376																																																																				
Concreto con 5.0% de fibras de acero	21.5	5.00	1.20	2398																																																																				
	21.0	4.50	1.10	2402																																																																				
	21.0	5.00	1.20	2396																																																																				
Concreto con 7.5% de fibras de acero	21.5	4.25	1.30	2411																																																																				
	21.0	4.50	1.20	2413																																																																				
	21.5	4.50	1.30	2409																																																																				

**Anexo 7: Formato de ensayo N°005-PROMECA-CANTMIL**

## Resistencia a la Compresión a los 7 días.

FORMATO DE ENSAYO							Código 0201813002 Fecha 16/09/2024 Página 1 de 3								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034															
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad														
TESISTAS:	Bach.María Isabel Álvarez Lozano Bach.José Estefano Chala Méndez														
FECHA DEL MOLDEADO:	09/09/2024														
FECHA DE ENSAYO:	16/09/2024														
EDAD DE ENSAYO:	7 días														
$f_c = P/A$															
<p>P : Carga máxima aplicada</p> <p>A: Área transversal de la sección del cilindro</p>															
Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)															
Descripción	Código Identificación	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*								
Concreto patrón	025-24-TEM-P001	10.20	81.7	170.3	20.8	213	2								
	025-24-TEM-P002	10.20	81.7	175.6	21.5	219	2								
	025-24-TEM-P003	10.20	81.7	164.8	20.2	206	2								
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P010	10.20	81.7	171.0	20.8	213	2								
	025-24-TEM-P011	10.20	81.7	167.9	20.5	209	2								
	025-24-TEM-P012	10.20	81.7	163.9	20.1	204	2								
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-P019	10.20	81.7	161.4	19.8	201	2								
	025-24-TEM-P020	10.20	81.7	167.0	20.4	208	2								
	025-24-TEM-P021	10.20	81.7	169.4	20.7	211	2								
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P028	10.20	81.7	166.1	20.3	207	2								
	025-24-TEM-P029	10.20	81.7	156.3	19.1	195	5								
	025-24-TEM-P030	10.20	81.7	169.6	20.8	212	5								

## Resistencia a la Compresión a los 14 días.

FORMATO DE ENSAYO						Código 0201813056 0201813002 Fecha 23/09/2024 Página 2 de 3	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034							
PROYECTO: Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad							
TESISTAS: Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez							
FECHA DEL MOLDEADO: 09/09/2024							
FECHA DE ENSAYO: 23/09/2024							
EDAD DE ENSAYO: 14 días							
$f'c = P/A$							
P : Carga máxima aplicada A: Área transversal de la sección del cilindro							
Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)							
Descripción	Código Identificación	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
Concreto patrón	025-24-TEM-P004	10.20	81.7	204.0	25.0	255	2
	025-24-TEM-P005	10.15	80.9	191.5	23.7	241	2
	025-24-TEM-P006	10.20	81.7	195.7	23.9	244	2
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P013	10.20	81.7	192.3	23.5	240	5
	025-24-TEM-P014	10.20	81.7	200.4	24.5	250	5
	025-24-TEM-P015	10.15	80.9	193.5	23.9	244	5
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-P022	10.20	81.7	189.5	23.2	236	5
	025-24-TEM-P023	10.20	81.7	194.1	23.8	242	5
	025-24-TEM-P024	10.15	80.9	196.4	24.3	247	5
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P031	10.20	81.7	193.8	23.7	242	5
	025-24-TEM-P032	10.15	80.9	181.2	22.4	228	5
	025-24-TEM-P033	10.20	81.7	198.8	24.3	248	5

## Resistencia a la Compresión a los 28 días.

FORMATO DE ENSAYO							Código 0201813056 0201813002 Fecha 07/10/2024 Página 3 de 3	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.034								
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad							
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez							
FECHA DEL MOLDEADO:	09/09/2024							
FECHA DE ENSAYO:	07/10/2024							
EDAD DE ENSAYO:	28 días							
$f'_c = P/A$								
<p>P: Carga máxima aplicada A: Área transversal de la sección del cilindro</p>								
Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (ASTM C39/C39M - NTP 339.034)								
Descripción	Código Identificación	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*	
Concreto patrón	025-24-TEM-P007	10.20	81.7	218.0	26.7	272	5	
	025-24-TEM-P008	10.20	81.7	223.5	27.3	279	2	
	025-24-TEM-P009	10.20	81.7	222.2	27.2	277	2	
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P016	10.20	81.7	210.1	25.7	262	2	
	025-24-TEM-P017	10.15	80.9	209.9	25.9	265	5	
	025-24-TEM-P018	10.20	81.7	210.8	25.8	263	2	
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-P025	10.20	81.7	210.9	25.8	263	2	
	025-24-TEM-P026	10.20	81.7	196.6	24.1	245	2	
	025-24-TEM-P027	10.15	80.9	213.5	26.4	269	2	
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P028	10.20	81.7	212.4	26.0	265	5	
	025-24-TEM-P029	10.20	81.7	201.8	24.7	252	5	
	025-24-TEM-P030	10.20	81.7	201.8	24.7	252	2	

## Resistencia a la Flexión a los 7 días.

FORMATO DE ENSAYO		Código 0201813002 Fecha 16/09/2024 Página 1 de 3						
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS DE VIGAS NTP 339.078								
<b>PROYECTO:</b> Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad <b>TESISTAS:</b> Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez <b>FECHA DEL MOLDEADO:</b> 09/09/2024 <b>FECHA DE ENSAYO:</b> 16/09/2024 <b>EDAD DE ENSAYO:</b> 7 días								
$Mr = PL/(bh^2)$								
P : Carga máxima aplicada L: Luz libre entre apoyos b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla h: Altura promedio de la viga en la sección de falla								
Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078 - ASTM C78)								
Descripción	Código Identificación	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
Concreto patrón	025-24-TEM-V001	15.10	15.20	49.00	17.5	2.5	25.1	Tercio central
	025-24-TEM-V002	15.00	15.20	49.00	14.1	2.0	20.3	Tercio central
	025-24-TEM-V003	15.10	15.20	49.00	15.9	2.2	22.8	Tercio central
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-V010	15.20	15.10	49.00	20.8	2.9	30.0	Tercio central
	025-24-TEM-V011	15.20	15.30	49.00	16.5	2.3	23.2	Tercio central
	025-24-TEM-V012	15.20	15.20	49.00	19.3	2.7	27.5	Tercio central
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-V019	15.20	15.20	49.00	19.1	2.7	27.2	Tercio central
	025-24-TEM-V020	15.10	15.30	49.00	21.7	3.0	30.7	Tercio central
	025-24-TEM-V021	15.10	15.20	49.00	20.5	2.9	29.4	Tercio central
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-V028	15.10	15.20	49.00	26.6	3.7	38.1	Tercio central
	025-24-TEM-V029	15.00	15.20	49.00	23.1	3.3	33.3	Tercio central
	025-24-TEM-V030	15.00	15.20	49.00	26.0	3.7	37.5	Tercio central

## **Resistencia a la Flexión a los 14 días.**

FORMATO DE ENSAYO								Código 0201813002 Fecha 23/09/2024 Página 2 de 3							
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS DE VIGAS NTP 339.078															
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad														
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez														
FECHA DEL MOLDEADO:	09/09/2024														
FECHA DE ENSAYO:	23/09/2024														
EDAD DE ENSAYO:	14 días														
$Mr = PL/(bh^2)$															
<p>P : Carga máxima aplicada</p> <p>L: Luz libre entre apoyos</p> <p>b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla</p> <p>h: Altura promedio de la viga en la sección de falla</p>															
Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo [NTP 339.078 - ASTM C78]															
Descripción	Código Identificación	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla							
Concreto patrón	025-24-TEM-V004	15.20	15.20	49.00	20.2	2.8	28.7	Tercio central							
	025-24-TEM-V005	15.00	15.10	49.00	25.7	3.7	37.5	Tercio central							
	025-24-TEM-V006	15.20	15.3	49.00	19.8	2.7	27.8	Tercio central							
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-V013	15.20	15.10	49.00	25.2	3.6	36.3	Tercio central							
	025-24-TEM-V014	15.10	15.10	49.00	21.7	3.1	31.5	Tercio central							
	025-24-TEM-V015	15.10	15.20	49.00	23.1	3.2	33.1	Tercio central							
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-V022	15.00	15.20	49.00	26.9	3.8	38.8	Tercio central							
	025-24-TEM-V023	15.20	15.10	49.00	24.5	3.5	35.3	Tercio central							
	025-24-TEM-V024	15.20	15.10	49.00	26.3	3.7	37.9	Tercio central							
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-V031	15.20	15.30	49.00	31.3	4.3	44.0	Tercio central							
	025-24-TEM-V032	15.10	15.20	49.00	28.6	4.0	41.0	Tercio central							
	025-24-TEM-V033	15.20	15.20	49.00	30.6	4.3	43.5	Tercio central							

## Resistencia a la Flexión a los 28 días.

FORMATO DE ENSAYO							Código	0201813056								
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS DE VIGAS NTP 339.078								0201813002								
								Fecha								
								07/10/2024								
								Página								
								3 de 3								
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad															
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez															
FECHA DEL MOLDEADO:	09/09/2024															
FECHA DE ENSAYO:	07/10/2024															
EDAD DE ENSAYO:	28 días															
$Mr = PL/(bh^2)$																
<p>P : Carga máxima aplicada</p> <p>L: Luz libre entre apoyos</p> <p>b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla</p> <p>h: Altura promedio de la viga en la sección de falla</p>																
Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078 - ASTM C78)																
Descripción	Código Identificación	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga Máxima (KN)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla								
Concreto patrón	025-24-TEM-V007	15.10	15.20	49.00	26.6	3.7	38.0	Tercio central								
	025-24-TEM-V008	15.10	15.20	49.00	24.2	3.4	34.6	Tercio central								
	025-24-TEM-V009	15.20	15.30	49.00	22.9	3.2	32.2	Tercio central								
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-V016	15.10	15.20	49.00	29.4	4.1	42.1	Tercio central								
	025-24-TEM-V017	15.10	15.10	49.00	26.1	3.7	37.9	Tercio central								
	025-24-TEM-V018	15.10	15.20	49.00	26.9	3.8	38.5	Tercio central								
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-V025	15.20	15.20	49.00	30.3	4.2	43.1	Tercio central								
	025-24-TEM-V026	15.20	15.30	49.00	27.6	3.8	38.8	Tercio central								
	025-24-TEM-V027	15.00	15.10	49.00	28.7	4.1	41.9	Tercio central								
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-V034	15.10	15.10	49.00	33.00	4.7	47.9	Tercio central								
	025-24-TEM-V035	15.10	15.20	49.00	32.4	4.6	46.4	Tercio central								
	025-24-TEM-V036	15.20	15.10	49.00	32.9	4.7	47.4	Tercio central								

## **Resistencia a la Tracción a los 7 días.**

FORMATO DE ENSAYO						
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.084</b>						
<b>Código</b>	0201813056	<b>Fecha</b>	16/09/2024	<b>Página</b>	1 de 3	
<b>PROYECTO:</b>	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad					
<b>TESISTAS:</b>	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez					
<b>FECHA DEL MOLDEADO:</b>	09/09/2024					
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	16/09/2024					
<b>EDAD DE ENSAYO:</b>	7 días					
<hr/> $T = 2P/\pi l d$ <hr/>						
<p>P : Carga máxima aplicada l : Longitud de la sección del cilindro d: Diámetro de la sección del cilindro</p>						
<b>Resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica ( ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084)</b>						
Descripción	Código Identificación	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto patrón	025-24-TEM-P037	10.20	20.4	73.0	2.2	22.8
	025-24-TEM-P038	10.20	20.3	68.8	2.1	21.6
	025-24-TEM-P039	10.20	20.3	79.6	2.4	24.9
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P046	10.20	20.3	81.4	2.5	25.5
	025-24-TEM-P047	10.15	20.3	80.8	2.5	25.5
	025-24-TEM-P048	10.20	20.4	81.1	2.5	25.3
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-P055	10.25	20.3	90.3	2.8	28.2
	025-24-TEM-P056	10.20	20.4	85.0	2.6	26.5
	025-24-TEM-P057	10.20	20.3	84.6	2.6	26.5
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P064	10.15	20.3	98.7	3.0	31.1
	025-24-TEM-P065	10.15	20.3	93.1	2.9	29.3
	025-24-TEM-P066	10.20	20.4	97.5	3.0	30.4

## **Resistencia a la Tracción a los 14 días.**

FORMATO DE ENSAYO						Código 0201813056 0201813002 Fecha 23/09/2024 Página 2 de 3							
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.084													
<b>PROYECTO:</b>	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad												
<b>TESISTAS:</b>	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez												
<b>FECHA DEL MOLDEADO:</b>	09/09/2024												
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	23/09/2024												
<b>EDAD DE ENSAYO:</b>	14 días												
$T = 2P/\pi d^2$													
<p>P : Carga máxima aplicada l : Longitud de la sección del cilindro d: Diámetro de la sección del cilindro</p>													
Resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica						(ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084)							
Descripción	Código Identificación	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )							
Concreto patrón	025-24-TEM-P040	10.20	20.3	93.8	2.9	29.4							
	025-24-TEM-P041	10.20	20.4	86.3	2.6	26.9							
	025-24-TEM-P042	10.20	20.3	92.7	2.8	29.1							
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P049	10.20	20.3	101.1	3.1	31.7							
	025-24-TEM-P050	10.20	20.4	101.0	3.1	31.5							
	025-24-TEM-P051	10.20	20.3	104.0	3.2	32.6							
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-P058	10.20	20.4	106.6	3.3	33.2							
	025-24-TEM-P059	10.20	20.3	99.2	3.1	31.1							
	025-24-TEM-P060	10.20	20.3	107.1	3.3	33.6							
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P067	10.20	20.3	110.7	3.4	34.7							
	025-24-TEM-P068	10.20	20.4	112.5	3.4	35.1							
	025-24-TEM-P069	10.20	20.3	112.1	3.4	35.1							

## **Resistencia a la Tracción a los 28 días.**

FORMATO DE ENSAYO							Código 0201813056 0201813002 Fecha 07/10/2024 Página 3 de 3						
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NTP 339.084													
PROYECTO:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad												
TESISTAS:	Bach. María Isabel Álvarez Lozano Bach. José Estefano Chala Méndez												
FECHA DEL MOLDEADO:	09/09/2024												
FECHA DE ENSAYO:	07/10/2024												
EDAD DE ENSAYO:	28 días												
$T = 2P/\pi d^2$													
<p>P : Carga máxima aplicada l : Longitud de la sección del cilindro d: Diámetro de la sección del cilindro</p>													
Resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica (ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084)													
Descripción	Código Identificación	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )							
Concreto patrón	025-24-TEM-P043	10.18	20.4	99.4	3.0	31.1							
	025-24-TEM-P044	10.20	20.4	103.7	3.2	32.3							
	025-24-TEM-P045	10.20	20.3	104.3	3.2	32.7							
Concreto con 2.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P052	10.20	20.3	104.5	3.2	32.8							
	025-24-TEM-P053	10.20	20.3	110.1	3.4	34.5							
	025-24-TEM-P054	10.20	20.3	107.0	3.3	33.5							
Concreto con 5.0% de fibras de acero	025-24-TEM-P061	10.20	20.3	109.4	3.4	34.3							
	025-24-TEM-P062	210.15	20.3	114.6	3.5	36.1							
	025-24-TEM-P063	10.20	20.3	111.2	3.4	34.9							
Concreto con 7.5% de fibras de acero	025-24-TEM-P070	10.20	20.3	126.6	3.9	39.7							
	025-24-TEM-P071	10.20	20.3	120.4	3.7	37.7							
	025-24-TEM-P072	10.20	20.3	123.2	3.8	38.6							

**Anexo 8: Ficha Técnica de SikaFiber® CHO 80/60 NB**

CONSTRUYENDO CONFIANZA



# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaFiber® CHO 80/60 NB

FIBRA DE ACERO PARA REFUERZO DEL CONCRETO EN LOSAS Y CONCRETO PRE-FABRICADO

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trenzado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales, permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

### USOS

Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

### CERTIFICADOS / NORMAS

Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Sacos de papel x 20 kg.
<b>Vida Útil</b>	Indefinido
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
<b>Dimensiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud: 60 mm con extremos conformados</li> <li>• Diámetro: 0.75 mm</li> <li>• Relación longitud/diámetro: 80</li> </ul>

### INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Absorción de Agua</b>	Cero
<b>Resistencia a la Tensión</b>	1200 MPa min.
<b>Elongación de Rotura</b>	4% max.

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® CHO 80/60 NB  
Diciembre 2019, Versión 01.01  
021408011000000008

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

### Dosificación Recomendada

Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m<sup>3</sup> de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### DOSIFICACIÓN

Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

### LIMITACIONES

No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos.

Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

### NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

### REGULACIÓN (EC) N° 1907/2006 - REACH

### DIRECTIVA 2004/42/CE - LIMITACIÓN DE LAS EMISIÓ- NES DE VOC

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

#### **Anexo 9: Diseño de Mezcla**

## DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO ACI 211.1 (2024)

### CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Tipo de agregado	Humedad (%)	P.U.S. ( $\text{kg/m}^3$ )	P.U.C. ( $\text{kg/m}^3$ )	P.U.C. (co) ( $\text{kg/m}^3$ )	Abs. (%)	P.E. ( $\text{kg/m}^3$ )	M.E.	T.M.N.
Agregado fino	0.80	1580	1764	1750	0.70	2.58	2.71	-
Agregado grueso	0.50	1371	1499	1492	0.90	2.49	6.51	1/2

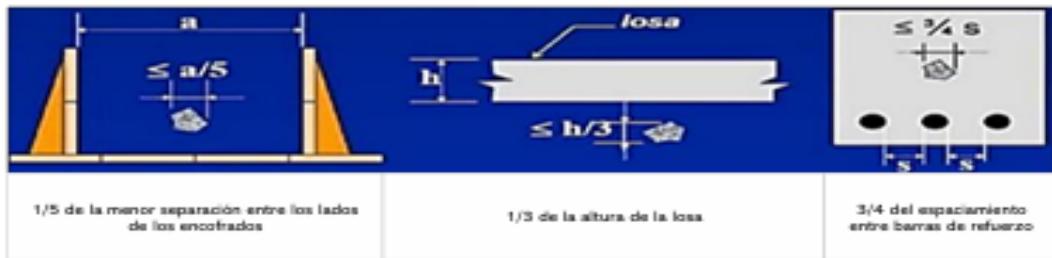
### 1. Elección del asentamiento

Rangos típicos de slump	Tipos de construcción
1" a 4"	Encofrados deslizantes
2" a 4"	Concreto en masa
2" a 5"	Pavimentos y losas, zapatas simples, cajones, paredes de subestructura y cimientos reforzados
3" a 5"	Vigas, muros reforzados y columnas

Asentamiento teórico

(6" a 7")

### 2. Elección del TMN del agregado grueso



TMN del A.G.

1/2

### 3. Estimación del agua de mezcla y el contenido de aire.

Tipo de concreto	Revenimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado indicados (in)*						
		3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3
Sin aire incluido	(1" a 2")	207.6	198.7	186.9	178.0	163.2	154.3	130.5
	(3" a 4")	228.4	216.5	201.7	192.8	178.0	169.1	145.4
	(5" a 6")	237.3	222.5	207.6	195.8	180.9	172.1	151.3
	(6" a 7")	243.2	228.4	213.6	201.7	186.9	178.0	160.2
	Aire atrapado (%)	3.00%	2.50%	2.00%	1.50%	1.00%	0.50%	0.30%
Con aire incluido	(1" a 2")	180.9	175.0	166.1	160.2	148.3	142.4	121.6
	(3" a 4")	201.7	192.8	180.9	175.0	163.2	157.2	133.5
	(5" a 6")	210.6	198.7	186.9	178.0	166.1	160.2	142.4
	(6" a 7")	216.5	204.7	192.8	183.9	172.1	166.1	154.3
	Aire total requerido (%)							
ACI 318	Exposición F1	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5
	Exposición F2 y F3	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5

\* Los asentamientos son cantidades máximas para agregados angulares clasificados dentro de los límites de las especificaciones aceptadas.

¿Concreto con aire incluido?

NO

Cant. agua ( $\text{kg/m}^3$ )	229	Aire atrapado (%)	2.50%	5.50%
--------------------------------	-----	-------------------	-------	-------

#### 4. Selección de la relación a/c

Resistencia especificado a la compresión, Mpa	Número total de pruebas consideradas	Factor $k$ para aumentar la desviación estándar	Resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa
$f'_c \leq 35$	15	1.16	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones: $f'_{cr} = f'_c + 1.34Ks$ (5-1) $f'_{cr} = f'_c + 2.33Ks - 3.5$ (5-2)
	20	1.08	
	25	1.03	
$f'_c > 35$	30 o más	1.00	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones: $f'_{cr} = f'_c + 1.34Ks$ (5-1) $f'_{cr} = 0.90f'_c + 2.33Ks$ (5-3)
	Nota: Es aceptable la interpolación lineal para un número intermedio de pruebas.		

Determinación de  $f'_{cr}$  cuando **se conoce** la desviación estándar “ $s$ ”

Resistencia especificado a la compresión, $f'_c \text{ kg/cm}^2$	Resistencia a la compresión media requerida, $\text{kg/cm}^2$
Menos de 210	$f'_c + 70.307$
210 a 350	$f'_c + 84.368$
Más de 350	$1.10f'_c + 49.215$

Determinación de  $f'_{cr}$  cuando **no hay data histórica** para calcular “ $s$ ”

¿Se conoce la desviación estándar?		
NO	No Aplica	No Aplica

$f'_c \text{ (kg/cm}^2)$	$f'_{cr} \text{ (kg/cm}^2)$
210	294

$f'_{cr} \text{ (kg/cm}^2)$		
$f'_{cr}$ (Opción N°1)	NO APLICA	NO APLICA
$f'_{cr}$ (Opción N°2)	NO APLICA	

$f'_{cr}$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	294
-----------------------------------	-----

Resistencia a la compresión a los 28d ( $\text{kg/cm}^2$ )	Relación agua/cemento, en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
562	0.38	0.31
492	0.34	0.33
422	0.41	0.33
352	0.48	0.40
281	0.57	0.48
211	0.68	0.59
141	0.82	0.74

¿Concreto con aire incluido?	
NO	

Valor conocido "X"	Valor desconocido "Y"
352	0.48
281	0.57
<b>Relación agua/cemento</b>	<b>0.553</b>

5. Cálculo del contenido de cemento

Contenido de cemento ( $\text{kg/m}^3$ )	414	Pacasmayo Extraforte	Peso específico ( $\text{kg/m}^3$ )
		Tipo: Ico	2970

5. Estimación del contenido de agregado grueso

mf	Volumen de AG varillado seco al horno por und de volumen de concreto para diferentes mf de AF						
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3
2.4	0.50	0.59	0.66	0.71	0.75	0.78	0.82
2.6	0.48	0.57	0.64	0.69	0.73	0.76	0.80
2.8	0.46	0.55	0.62	0.67	0.71	0.74	0.78
3.0	0.44	0.53	0.60	0.65	0.69	0.72	0.76

Valor conocido "X"	Valor desconocido "Y"
2.80	0.55
2.60	0.57
Coeficiente $b/b_0$	
0.559	
Cantidad de agregado grueso ( $\text{kg/m}^3$ )	834

5. Estimación del contenido de agregado fino

Reducción de agua.					
0 %	0.00	Peso Específico ( $\text{kg/m}^3$ )	1100	Peso Específico ( $\text{kg/m}^3$ )	1010
Agua final ( $\text{kg/m}^3$ )	229	Porcentaje (%)	0.000%	Porcentaje (%)	0.000%

Material	Volumen	Peso seco ( $\text{kg/m}^3$ )	Ajustes	Peso Stock ( $\text{kg/m}^3$ )	Peso SSS ( $\text{kg/m}^3$ )
Pacasmayo Extraforte	0.13938	414	-	414	414
Agua	0.22900	229	-	232	232
Agregado fino	0.26865	688	-0.7	694	694
Agregado grueso	0.33797	834	3.3	839	842
Sin aditivo	0.00000	0.00	-	0.00	0.00
Sin aditivo	0.00000	0.00	-	0.00	0.00
Aire atrapado	0.02500	2.5%	-	2.5%	2.5%
P.U.C.	1.00000	2165	-	2179	2182

5. Proyección a tandas de laboratorio

	Peso Stock ( $\text{kg/m}^3$ )	Tanda ( $\text{m}^3$ )	
		0.050	
Pacasmayo Extraforte	414	20.70	kg
Agua	232	11.58	kg
Agregado fino	694	34.70	kg
Agregado grueso	839	41.95	kg
Sin aditivo	0.00	0.000	kg
Sin aditivo	0.00	0.000	kg
Aire	-	-	
	2179	108.93	kg

**Anexo 10: Resultados de los ensayos realizados a los agregados finos y gruesos**

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
**NORMA DE ENSAYO NTP 339.185**

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : Agregado fino  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	g	191.4	190.9	185.4	
Peso recipiente + muestra húmeda	g	1,246.7	1,207.3	1,193.2	
Peso recipiente + muestra seca	g	1,238.1	1,198.1	1,185.0	
Peso de muestra húmeda	g	1,055.3	1,016.4	1,007.8	
Peso de muestra seca	g	1,046.7	1,007.2	999.6	
Peso de agua	g	8.6	9.2	8.2	
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSC. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : Agregado fino  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.38	21.30	21.36	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.12	23.08	23.08	
Peso de recipiente	kg	6.32	6.32	6.32	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.06	14.98	15.04	
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.80	16.76	16.76	
Volumen del recipiente	$\text{m}^3$	0.0095	0.0095	0.0095	
Peso unitario suelto	$\text{kg/m}^3$	1,584	1,575	1,581	1,580
Peso unitario compactado	$\text{kg/m}^3$	1,767	1,762	1,762	1,764

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wílmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN

### NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

#### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : Agregado fino  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	g	496.6	497.2	
Peso del picnómetro lleno de agua	g	691.4	645.4	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	g	999.2	951.8	
Peso de la muestra en estado SSS	g	500.0	500.0	
Peso específico base seca	g/cm <sup>3</sup>	2.58	2.57	2.58
Peso específico base SSS	g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.58	2.59
Absorción	%	0.7	0.6	0.7

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
**Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.**  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



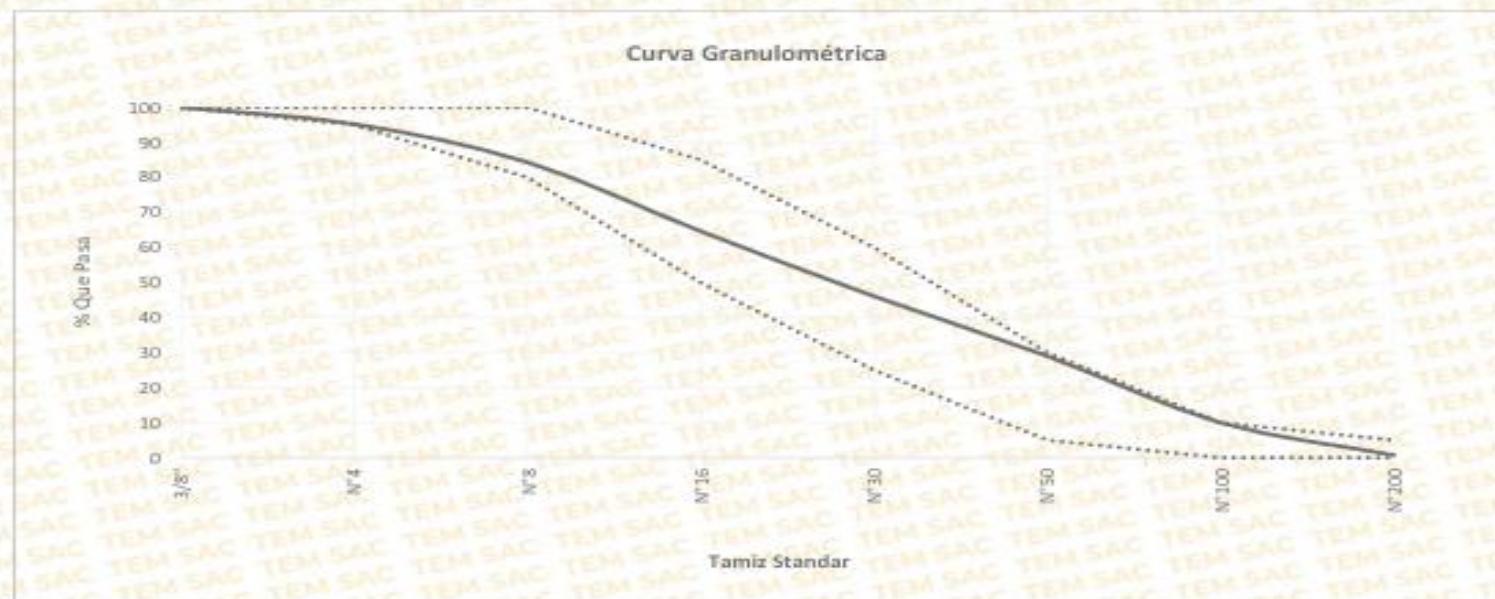
Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
**Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.**  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

<b>MATERIAL</b>	: Agregado fino
<b>PROCEDENCIA</b>	: Cantera El Milagro - Trujillo
<b>SOLICITANTES</b>	: María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez
<b>PROYECTO</b>	: Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (g)	% Reten.			Que Pasa	Limites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
			Parcial	Acum.	Que Pasa		Mínimo	Maximo	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	100	
N°4	4.750	46.6	4.7	4.7	95.3	95	100	100	<b>Características físicas:</b>
N°8	2.360	107.5	10.9	15.6	84.4	80	100	100	
N°16	1.180	194.1	19.7	35.3	64.7	50	85	85	Cont. de Humedad: 0.8 %
N°30	0.600	182.9	18.6	53.9	46.1	25	60	60	Modulo de Finura: 2.71
N°50	0.300	168.1	17.1	71.0	29.0	5	30	30	
N°100	0.150	187.6	19.0	90.0	10.0	0	10	10	
N°200	0.075	91.5	9.3	99.3	0.7	0	5	5	
Fondo	-	7.1	0.7	100.0	0.0				
		<b>985.4</b>	<b>100.0</b>						



**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : Agregado grueso  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Mendez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente	g	285.1	280.6	283.4	
Peso recipiente + muestra húmeda	g	3,364.2	3,516.8	3,299.6	
Peso recipiente + muestra seca	g	3,348.5	3,503.0	3,285.7	
Peso de muestra húmeda	g	3,079.1	3,236.2	3,016.2	
Peso de muestra seca	g	3,063.4	3,222.4	3,002.3	
Peso de agua	g	15.7	13.8	13.9	
Contenido de humedad	%	0.5	0.4	0.5	0.5

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Márquez Díaz  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Gerente General  
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
 Jefe de laboratorio  
 CIP N° 275591

**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION GENERAL**

**MATERIAL** : Agregado grueso  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.340	19.380	19.360	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	20.600	20.560	20.580	
Peso de recipiente	kg	6.320	6.320	6.320	
Peso de muestra en estado suelto	kg	13.020	13.060	13.040	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.280	14.240	14.260	
Volumen del recipiente	$\text{m}^3$	0.0095	0.0095	0.0095	
Peso unitario suelto	$\text{kg/m}^3$	1,369	1,373	1,371	1,371
Peso unitario compactado	$\text{kg/m}^3$	1,502	1,497	1,499	1,499

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

### NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

#### 1. INFORMACION GENERAL

**MATERIAL** : Agregado grueso  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

#### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	g	2,218	2,236	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	g	2,236	2,256	
Peso de la muestra saturada en agua	g	1,345	1,353	
Peso específico base seca	$\text{g/cm}^3$	2.49	2.48	2.49
Peso específico base SSS	$\text{g/cm}^3$	2.51	2.50	2.51
Absorción	%	0.8	0.9	0.9

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

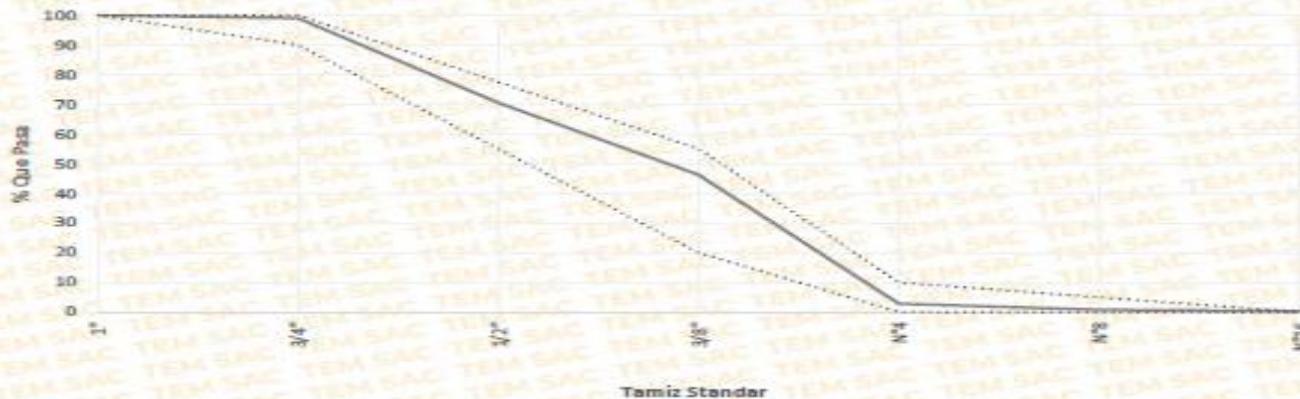
## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

**MATERIAL** : Agregado grueso  
**PROCEDENCIA** : Cantera El Milagro - Trujillo  
**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten.			% Que Pasa	Limites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
			Reten. Parcial	Reten. Acum.	Que Pasa		Mínimo	Máximo	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100		Características físicas:
3/4"	19.00	24.7	1.0	1.0	99.0	90	100		Tamaño Max. Nom.: 1/2"
1/2"	12.50	712.9	28.5	29.5	70.5				Cont. de Humedad: 0.5%
3/8"	9.50	605.9	24.2	33.7	46.3	20	35		Modulo de Finura: 6.51
Nº4	4.75	1086.4	43.5	97.2	2.8	0	10		
Nº8	2.36	51.6	2.1	99.3	0.7	0	5		
Nº16	1.18	10.7	0.4	99.7	0.3				
Fondo	-	7.8	0.3	100.0	0.0				
		2500.0		100.0					

Curva Granulométrica



OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 11: Ensayos del concreto en Estado Fresco**

## REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTES** : María Isabel Álvarez Lozano / José Estefano Chala Méndez  
**PROYECTO** : **Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en Trujillo - La Libertad**

### 2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Descripción	Fecha	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	Contenido de Aire (%)	P.U.C. (kg/m³)
Concreto patrón	09/09/2024	21.5	7.00	0.95	2,365
		21.5	6.00	0.90	2,371
		21.5	7.00	0.90	2,367
Concreto con 2.5% de fibras de acero	09/09/2024	21.0	6.50	1.10	2,380
		21.0	5.50	1.00	2,378
Concreto con 5.0% de fibras de acero	10/09/2024	21.5	5.00	1.20	2,398
		21.0	4.50	1.10	2,402
Concreto con 7.5% de fibras de acero	10/09/2024	21.0	5.00	1.20	2,396
		21.5	4.25	1.30	2,411
		21.0	4.50	1.20	2,413
		21.5	4.50	1.30	2,409

Msc. Ing. Wílmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 12: Ensayos para Determinar la Resistencia a la Compresión**

### INFORME DE ENSAYO N° 1106-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	16-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P001	7	10.20	81.7	170.3	20.8	213	2
025-24-TEM-P002	7	10.20	81.7	175.6	21.5	219	2
025-24-TEM-P003	7	10.20	81.7	164.8	20.2	206	2
				Promedio	20.8	212	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de Laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1107-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	23-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P004	14	10.20	81.7	204.0	25.0	255	2
025-24-TEM-P005	14	10.15	80.9	191.5	23.7	241	2
025-24-TEM-P006	14	10.20	81.7	195.7	23.9	244	2
				Promedio	24.2	247	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTMC39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1108-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	07-10-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-PO07	28	10.20	81.7	218.0	26.7	272	5
025-24-TEM-PO08	28	10.20	81.7	223.5	27.3	279	2
025-24-TEM-PO09	28	10.20	81.7	222.2	27.2	277	2
				Promedio	27.1	276	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LPP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39. Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al como usual.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1109-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 2.5% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	16-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P010	7	10.20	81.7	171.0	20.9	213	2
025-24-TEM-P011	7	10.20	81.7	167.9	20.5	209	2
025-24-TEM-P012	7	10.20	81.7	163.9	20.1	204	2
				Promedio	20.5	209	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1110-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra:	Concreto con 2.5% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	23-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-PO13	14	10.20	81.7	192.3	23.5	240	5
025-24-TEM-PO14	14	10.20	81.7	200.4	24.5	250	5
025-24-TEM-PO15	14	10.15	80.9	193.5	23.9	244	5
				Promedio	24.0	245	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al como usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herclles 390 Urb Chimu – Trujillo.

website: www.tem-concrete.com

**INFORME DE ENSAYO N° 1111-24-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 2.5% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	07-10-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P016	28	10.20	81.7	210.1	25.7	262	2
025-24-TEM-P017	28	10.15	80.9	209.9	25.9	265	5
025-24-TEM-P018	28	10.20	81.7	210.8	25.8	263	2
				Promedio	25.8	263	

**NOTAS:**

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 1112-24-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	17-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P019	7	10.20	81.7	161.4	19.8	201	2
025-24-TEM-P020	7	10.20	81.7	167.0	20.4	208	2
025-24-TEM-P021	7	10.20	81.7	169.4	20.7	211	2
			Promedio		20.3	207	

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1113-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de ENSAYO:	24-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P022	14	10.20	81.7	189.5	23.2	236	5
025-24-TEM-P023	14	10.20	81.7	194.1	23.8	242	5
025-24-TEM-P024	14	10.15	80.9	196.4	24.3	247	5
				Promedio	23.7	242	

#### NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1114-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	María Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Méndez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	08-10-24
$f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ):	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección ( $\text{cm}^2$ )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-PO25	28	10.20	81.7	210.9	25.8	263	2
025-24-TEM-PO26	28	10.20	81.7	196.6	24.1	245	2
025-24-TEM-PO27	28	10.15	80.9	213.5	26.4	269	2
				Promedio	25.4	259	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1115-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	María Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Méndez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	17-09-24
$F'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P028	7	10.20	81.7	166.1	20.3	207	2
025-24-TEM-P029	7	10.20	81.7	156.3	19.1	195	5
025-24-TEM-P030	7	10.20	81.7	169.6	20.8	212	5
				Promedio	20.1	205	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1116-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	24-09-24
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P031	14	10.20	81.7	193.8	23.7	242	5
025-24-TEM-P032	14	10.15	80.9	181.2	22.4	228	5
025-24-TEM-P033	14	10.20	81.7	198.8	24.3	248	5
				Promedio	23.5	239	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1117-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas  
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	08-10-24
$f'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ ):	210

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura*
025-24-TEM-P034	28	10.20	81.7	212.4	26.0	265	5
025-24-TEM-P035	28	10.20	81.7	201.8	24.7	252	5
025-24-TEM-P036	28	10.20	81.7	201.8	24.7	252	2
		<b>Promedio</b>		<b>25.1</b>	<b>256</b>		

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LPP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

\* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al como usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 13: Ensayos para Determinar la Resistencia a la Flexión**

### INFORME DE ENSAYO N° 1118-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	16-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V001	7	15.10	15.20	49.00	17.5	2.5	25.1	Tercio central
025-24-TEM-V002	7	15.00	15.20	49.00	14.1	2.0	20.3	Tercio central
025-24-TEM-V003	7	15.10	15.20	49.00	15.9	2.2	22.8	Tercio central
		Promedio		2.2		22.7		

#### NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wílmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1119-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	23-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V004	14	15.20	15.20	49.00	20.2	2.8	28.7	Tercio central
025-24-TEM-V005	14	15.00	15.10	49.00	25.7	3.7	37.5	Tercio central
025-24-TEM-V006	14	15.20	15.30	49.00	19.8	2.7	27.8	Tercio central
						Promedio	3.1	31.4

#### NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1120-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra:	Concreto patrón
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	07-10-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V007	28	15.10	15.20	49.00	26.6	3.7	38.0	Tercio central
025-24-TEM-V008	28	15.10	15.20	49.00	24.2	3.4	34.6	Tercio central
025-24-TEM-V009	28	15.20	15.30	49.00	22.9	3.2	32.2	Tercio central
		Promedio		3.4		34.9		

#### NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herclles 390 Urb Chimu – Trujillo.

website: [www.tem-concrete.com](http://www.tem-concrete.com)

### INFORME DE ENSAYO N° 1121-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra:	Concreto con 2.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	16-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V010	7	15.20	15.10	49.00	20.8	2.9	30.0	Tercio central
025-24-TEM-V011	7	15.20	15.30	49.00	16.5	2.3	23.2	Tercio central
025-24-TEM-V012	7	15.20	15.20	49.00	19.3	2.7	27.5	Tercio central
						Promedio	2.6	26.9

#### NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wílmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1122-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra:	Concreto con 2.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	23-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V013	14	15.20	15.10	49.00	25.2	3.6	36.3	Tercio central
025-24-TEM-V014	14	15.10	15.10	49.00	21.7	3.1	31.5	Tercio central
025-24-TEM-V015	14	15.10	15.20	49.00	23.1	3.2	33.1	Tercio central
						Promedio	3.3	33.6

#### NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1123-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. NTP 339.078 - ASTM C78

### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 2.5% de fibras de acero
$F'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	07-10-24

## RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V016	28	15.10	15.20	49.00	29.4	4.1	42.1	Tercio central
025-24-TEM-V017	28	15.10	15.10	49.00	26.1	3.7	37.9	Tercio central
025-24-TEM-V018	28	15.10	15.20	49.00	26.9	3.8	38.5	Tercio central
					Promedio	3.9	39.5	

## NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
  2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
  3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
  4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



  
Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CRN# 725591

**INFORME DE ENSAYO N° 1124-24-TEM**

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero
$f'c \text{ (kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	17-09-24

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V019	7	15.20	15.20	49.00	19.1	2.7	27.2	Tercio central
025-24-TEM-V020	7	15.10	15.30	49.00	21.7	3.0	30.7	Tercio central
025-24-TEM-V021	7	15.10	15.20	49.00	20.5	2.9	29.4	Tercio central
		Promedio		2.9		29.1		

**NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca ABA INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 kN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Warner Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Osvaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1125-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra:	Concreto con 5.0% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	24-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V022	14	15.00	15.20	49.00	26.9	3.8	38.8	Tercio central
025-24-TEM-V023	14	15.20	15.10	49.00	24.5	3.5	35.3	Tercio central
025-24-TEM-V024	14	15.20	15.10	49.00	26.3	3.7	37.9	Tercio central
			Promedio	3.7			37.3	

#### NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 kN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1126-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	María Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Méndez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	08-10-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V025	28	15.20	15.20	49.00	30.3	4.2	43.1	Tercio central
025-24-TEM-V026	28	15.20	15.30	49.00	27.6	3.8	38.8	Tercio central
025-24-TEM-V027	28	15.00	15.10	49.00	28.7	4.1	41.9	Tercio central
						Promedio	4.0	41.3

#### NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1127-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	17-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-VD28	7	15.10	15.20	49.00	26.6	3.7	38.1	Tercio central
025-24-TEM-VD29	7	15.00	15.20	49.00	23.1	3.3	33.3	Tercio central
025-24-TEM-VD30	7	15.00	15.20	49.00	26.0	3.7	37.5	Tercio central
						Promedio	3.6	36.3

#### NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1128-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto:	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra:	Concreto con 7.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	24-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V031	14	15.20	15.30	49.00	31.3	4.3	44.0	Tercio central
025-24-TEM-V032	14	15.10	15.20	49.00	28.6	4.0	41.0	Tercio central
025-24-TEM-V033	14	15.20	15.20	49.00	30.6	4.3	43.5	Tercio central
		Promedio		4.2		42.8		

#### NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

INFORME DE ENSAYO N° 1129-24-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero
$F'c \text{ (kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeo:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	08-10-24

## RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ubicación de la Falla
025-24-TEM-V034	28	15.10	15.10	49.00	33.0	4.7	47.9	Tercio central
025-24-TEM-V035	28	15.10	15.20	49.00	32.4	4.6	46.4	Tercio central
025-24-TEM-V036	28	15.20	15.10	49.00	32.9	4.7	47.4	Tercio central
					Promedio	4.6	47.2	

## **NOTAS:**

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
  2. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024.
  3. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
  4. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Werner Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C  
Jefe de laboratorio  
CIP.N° 2755591

**Anexo 14: Ensayos para Determinar la Resistencia a Tracción**

### INFORME DE ENSAYO N° 1158-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	16-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P37	7	10.20	20.4	73.0	2.2	22.8
025-TEM-P38	7	10.20	20.3	68.8	2.1	21.6
025-TEM-P39	7	10.20	20.3	79.6	2.4	24.9
			Promedio	73.0	2.3	23.1

#### NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1159-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	23-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P40	14	10.20	20.3	93.8	2.9	29.4
025-TEM-P41	14	10.20	20.4	86.3	2.6	26.9
025-TEM-P42	14	10.20	20.3	92.7	2.8	29.1
			Promedio	90.0	2.8	28.5

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1160-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto patrón
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	07-10-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P43	28	10.18	20.4	99.4	3.0	31.1
025-TEM-P44	28	10.20	20.4	103.7	3.2	32.3
025-TEM-P45	28	10.20	20.3	104.3	3.2	32.7
			Promedio	3.1	32.0	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 1161-24-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 2.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	16-09-24

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción ( $\text{kg/cm}^2$ )
025-TEM-P46	7	10.20	20.3	81.4	2.5	25.5
025-TEM-P47	7	10.15	20.3	80.8	2.5	25.5
025-TEM-P48	7	10.20	20.4	81.1	2.5	25.3
			Promedio	2.5	25.4	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1162-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 2.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	23-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P49	14	10.20	20.3	101.1	3.1	31.7
025-TEM-P50	14	10.20	20.4	101.0	3.1	31.5
025-TEM-P51	14	10.20	20.3	104.0	3.2	32.6
			Promedio	3.1	31.9	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1163-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 2.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	09-09-24
Fecha de Ensayo:	07-10-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-PS2	28	10.20	20.3	104.5	3.2	32.8
025-TEM-PS3	28	10.20	20.3	110.1	3.4	34.5
025-TEM-PS4	28	10.20	20.3	107.0	3.3	33.5
			Promedio	3.3	33.6	

#### NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 kN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1164-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	17-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P55	7	10.25	20.3	90.3	2.8	28.2
025-TEM-P56	7	10.20	20.4	85.0	2.6	26.5
025-TEM-P57	7	10.20	20.3	84.6	2.6	26.5
			Promedio	84.6	2.7	27.1

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1165-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Álvarez Lozano José Estefano Chala Méndez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	24-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P58	14	10.20	20.4	106.6	3.3	33.2
025-TEM-P59	14	10.20	20.3	99.2	3.1	31.1
025-TEM-P60	14	10.20	20.3	107.1	3.3	33.6
			Promedio	3.2	32.6	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 kN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1166-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 5.0% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	08-10-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P61	28	10.20	20.3	109.4	3.4	34.3
025-TEM-P62	28	10.15	20.3	114.6	3.5	36.1
025-TEM-P63	28	10.20	20.3	111.2	3.4	34.9
			Promedio	3.4	35.1	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**INFORME DE ENSAYO N° 1167-24-TEM**

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica

ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

**Datos de Identificación del Cliente y Muestra**

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	17-09-24

**RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN**

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción ( $\text{kg/cm}^2$ )
025-TEM-P64	7	10.15	20.3	98.7	3.0	31.1
025-TEM-P65	7	10.15	20.3	93.1	2.9	29.3
025-TEM-P66	7	10.20	20.4	97.5	3.0	30.4
			Promedio	97.5	30.3	

**NOTAS:**

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wílmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Gerardo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1168-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero
$f'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	24-09-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P67	14	10.20	20.3	110.7	3.4	34.7
025-TEM-P68	14	10.20	20.4	112.5	3.4	35.1
025-TEM-P69	14	10.20	20.3	112.1	3.4	35.1
			Promedio	3.4	35.0	

#### NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

### INFORME DE ENSAYO N° 1169-24-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión  
diametral de una probeta cilíndrica  
ASTM C 496 - 96 / NTP 339.084

#### Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Maria Isabel Alvarez Lozano José Estefano Chala Mendez
Proyecto :	Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas en losa de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Trujillo - La Libertad
Muestra :	Concreto con 7.5% de fibras de acero
$F'c (\text{kg/cm}^2)$ :	210

Fecha de Emisión:	24-10-24
Fecha de Moldeado:	10-09-24
Fecha de Ensayo:	08-10-24

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA TRACCIÓN

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Longitud (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Tracción (MPa)	Resistencia a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
025-TEM-P70	28	10.20	20.3	126.6	3.9	39.7
025-TEM-P71	28	10.20	20.3	120.4	3.7	37.7
025-TEM-P72	28	10.20	20.3	123.2	3.8	38.6
			Promedio	3.8	38.7	

#### NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-071-2024, cumpliendo la norma ASTM C496 - 96.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Gerente General  
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino  
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.  
Jefe de laboratorio  
CIP N° 275591

**Anexo 15: Certificados de calibración de equipos**

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LVF - 209 - 2023**

*Área de Metrología*

*Laboratorio de Volumen*

Página 1 de 3

<b>1. Orden de Trabajo</b>	OT 0430-23	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	Oswaldo Herculles 390 Urb. Chimu - Trujillo - LA LIBERTAD	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Instrumento de medición</b>	PICNÓMETRO	
<b>Material</b>	VÍDRIO	
<b>Capacidad Nominal</b>	800 mL	
<b>División de escala</b>	100 mL	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Temp. de Referencia</b>	22 °C	
<b>Marca</b>	FORNEY	
<b>Nº de serie</b>	P202314	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-11-15	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-11-17

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente  
por José De la Torre  
Fecha: 2023.11.18  
11:31:03 -05'00'

Sello



**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

*Área de Metrología*

*Laboratorio de Volumen*

**MT - LVF - 209 - 2023**

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La Calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en el PC-015: "Procedimiento para la calibración de material volumétrico de vidrio y plástico", Quinta Edición – Enero 2017 de DM / INACAL.

**7. Lugar de Calibración**

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego - San Martín de Pores - LIMA

**8. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E2) DM - INACAL: LM-C-273-2023	Balanza con 0,1 mg de precisión de Clase I	<u>MT-LM-305-2023</u>
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,08 °C hasta 0,12 °C	<u>DM INACAL</u> <u>LT-0250-2023</u>

**9. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,9 °C	23,9 °C
Humedad Relativa	67 %HR	67 %HR

**10. Observaciones**

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LVF - 209 - 2023**

*Área de Metrología*

*Laboratorio de Volumen*

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Volumen Nominal ( mL )	Volumen Vertido ( mL )	Desviación ( mL )	Incertidumbre ( mL )	EMP ( mL )
400,0	392,0	-8,0	3,3	10,0
800,0	786,8	-13,2	3,3	10,0

**Nota 1:** El volumen convencionalmente verdadero (volumen vertido) es igual al volumen nominal más la desviación correspondiente.

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la verificación. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del Documento

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**Área de Metrología**  
**Laboratorio de Presión**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LFP - 369 - 2023**

Página 1 de 3

<b>1. Orden de trabajo</b>	OT 0438-23	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	Cal. Enrique Barron Nro. 1231 Dpto. 104 Urb. Santa Beatriz, Lima - Lima - LIMA	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Tipo</b>	B	
<b>Marca</b>	FORNEY	
<b>Modelo</b>	LA-0316	
<b>Número de Serie</b>	311 (*)	METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Procedencia</b>	NO INDICA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>Medidor de Aire:</b>		
<b>Tipo de Indicación</b>	ANALOGICA	
<b>Alcance de indicación</b>	100 %	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-12-01	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2023-12-01	 Firmado digitalmente por Ing. Williams Pérez Fecha: 2023.12.07 09:25:46 -05'00'	

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LFP - 369 - 2023**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Presión*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C231 / C231M "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INACAL-DM PC-004:2019 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05% f.s.".

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego - San Martín de Porres - LIMA

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,8 °C	23,9 °C
Humedad Relativa	66 % HR	66 % HR

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones trazables a los patrones de referencia de DM - INACAL CNM-CC-720-399/2018	Manómetro de indicación digital con clase de exactitud 0,05% FS	<u>INACAL - DM</u> <u>LFP-210-2023</u>
Anillo Patrón INACAL DM / LLA-081-2023	Pie de rey 300 mm con incertidumbre de 9 µm	<u>FA-0703-2023</u>
Cilindro Patrón INACAL DM / LLA-077-2023		
Bloques Patrón (grado 0) INACAL DM / LLA-258-2021		
Bloques Patrón (grado 1) INACAL DM / LLA-C-032-2021		
Pesas Patrón INACAL DM / LLA-C-257-2020	Balanza de 5200 g clase de exactitud I	<u>MT-LM-102-2022</u>

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LFP - 369 - 2023**

Página 3 de 3

**10. Resultados de Medición**

Recipiente de Medición			
Diametro (mm)	Altura (mm)	Masa (kg)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
203,45	216,93	3,47	7083,0

Valores Referenciales ( % de aire )	Lecturas del A Calibrar			Promedio ( % de aire )	Error ( % de aire )
	L <sub>1</sub> ( % de aire )	L <sub>2</sub> ( % de aire )	L <sub>3</sub> ( % de aire )		
5,0	5,1	5,0	5,1	5,1	0,1
10,0	10,0	10,0	10,1	10,0	0,0
15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	0,0

Nota 1.- El diámetro del recipiente de medición es de 0,94 veces la altura del recipiente.

Nota 2.- El punto inicial se determinó en 3%, para obtener el cero.

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1,184 kg/m<sup>3</sup>.
- Densidad del agua destilada utilizada para la calibración a 24 °C es de 997,416 (kg/m<sup>3</sup>).



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LT-042-2024

Página 1 de 2

Fecha de emisión	2024/05/17
Solicitante	TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
Dirección	CALENRIQUE BARRON NRO. 1231 DPTO. 104 URB. SANTA BEATRIZ LIMA - LIMA - LIMA
Instrumento de medición	TERMÓMETRO
Identificación	NO INDICA
Marca	MULTITHERMOMETER
Modelo	NO INDICA
Serie	12/20
Indicador	DIGITAL
Alcance	-50 °C a 500 °C
Resolución	0.1 °C
Sensor	VASTAGO
Procedencia	CHINA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/05/17

**Método/Procedimiento de calibración**

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012,  
"Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto  
Nacional de la Calidad - INACAL.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a  
patrones nacionales o  
internacionales, que realizan las  
unidades de medida de acuerdo con  
el Sistema Internacional de  
Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el  
momento de la calibración. Al  
solicitante le corresponde disponer  
en su momento recalibrar sus  
instrumentos a intervalos regulares,  
los cuales deben ser establecidos  
sobre la base de las características  
propias del instrumento, sus  
condiciones de uso, el  
mantenimiento realizado y  
conservación del instrumento de  
medición o de acuerdo a  
reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se  
responsabiliza de los perjuicios que  
pueda ocasionar el uso inadecuado  
de este instrumento después de su  
calibración, ni de una incorrecta  
interpretación de los resultados de  
la calibración declarados en este  
documento.

Este certificado no podrá ser  
reproducido o difundido  
parcialmente, excepto con  
autorización previa por escrito de  
ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. *Levaldo Carrasco*  
Ley. *METROLOGIA*

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Avoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LT-042-2024

Página 2 de 2

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CAIDENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiente	Inicial: 19 °C	Final: 19 °C
Humedad Relativa	Inicial: 16 %hr	Final: 16 %hr

**Resultados**

**TEMPERATURA**

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Patrón	Corrección °C
N° 01	111.2	111.1	-0.1
N° 02	112.2	112.1	-0.1
N° 03	112.1	112.2	0.1

Corrección en la Lectura (°C)

± 0.12

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
TCV = Indicación del termómetro + corrección

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Fin de documento

ARSOU GROUP S.A.C.

Valo Carrasco  
TÉCNICO  
EN METROLOGÍA

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

*Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 346 - 2023**

Página 1 de 4

<b>1. Orden de trabajo</b>	OT 0438-23	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	Cal. Enrique Barron Nro. 1231 Dpto. 104 Urb. Santa Beatriz, Lima - Lima - LIMA	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	8356390720	
Capacidad mínima	200 g	
Procedencia	CHINA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2023-11-28</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-11-28

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por  
Ing. Williams Pérez  
Fecha: 2023.11.29 17:24:09  
-05'00'

Sello



**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

*Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 346 - 2023**

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento automático clase III y IIII (1ra Ed. Mayo 2019)"

**7. Lugar de calibración**

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.

Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	24,6	24,8
Humedad Relativa (%)	69	69

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) CCP-1277-001-22	Pesas (exactitud M1)	<a href="#"><u>SGM-A-1506-2023</u></a>
PESA (Clase de exactitud M1) SGM-A-2253-2022	Pesa (exactitud M2)	<a href="#"><u>SGM-A-2683-2022</u></a>
PESA (Clase de exactitud M1) SGM-A-2254-2022	Pesa (exactitud M2)	<a href="#"><u>SGM-A-2684-2022</u></a>
PESAS (Clase de exactitud M1) CM-0345-2023	Pesas (exactitud M2)	<a href="#"><u>CM-1319-2023</u></a>

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

*Área de Metrología*

*Laboratorio de Masa*

**MT - LM - 346 - 2023**

Página 3 de 4

**11. Resultados de Medición**

**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACION	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 001	0,7	0,8
2	15 000	0,4	0,1	30 001	0,8	0,7
3	15 000	0,4	0,1	30 001	0,7	0,8
4	15 000	0,5	0,0	30 001	0,6	0,9
5	15 000	0,3	0,2	30 001	0,7	0,8
6	15 000	0,4	0,1	30 001	0,8	0,7
7	15 000	0,2	0,3	30 001	0,7	0,8
8	15 000	0,4	0,1	30 001	0,6	0,9
9	15 000	0,2	0,3	30 001	0,8	0,7
10	15 000	0,3	0,2	30 001	0,7	0,8
Diferencia Máxima			0,2	Diferencia Máxima		
Error Máximo Permisible			± 20,0	Error Máximo Permisible		

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



Posición de  
las cargas

Temperatura      Inicial      Final  
                          24,6 °C    24,8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
2		10	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,2	0,0
3	10,0 g	10	0,7	-0,2	10 000,0 g	10 000	0,7	-0,2	0,0
4		10	0,8	-0,3		10 000	0,5	0,0	0,3
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1

\* Valor entre 0 y 10e

Error máximo permisible

± 20,0

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.pe

gerencia@metrologiatecnicas.pe

www.metrologiatecnicas.pe

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 346 - 2023**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial		Final	
	24,7 °C	24,8 °C		

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				$\pm e.m.p$ (g)**
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
200,0	200	0,7	-0,2	-0,1	200	0,3	0,2	0,3	10,0
500,0	500	0,8	-0,3	-0,2	500	0,4	0,1	0,2	10,0
1 000,0	1 000	0,7	-0,2	-0,1	1 000	0,2	0,3	0,4	10,0
3 000,0	3 000	0,8	-0,3	-0,2	3 000	0,3	0,2	0,3	10,0
5 000,1	5 000	0,8	-0,4	-0,3	5 001	0,8	0,6	0,7	10,0
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	10 001	0,9	0,6	0,7	20,0
12 000,1	12 000	0,6	-0,2	-0,1	12 001	0,8	0,6	0,7	20,0
15 000,2	15 000	0,2	0,1	0,2	15 001	0,4	0,9	1,0	20,0
17 000,2	17 001	0,8	0,5	0,6	17 001	0,4	0,9	1,0	20,0
20 000,3	20 001	0,8	0,4	0,5	20 001	0,2	1,0	1,1	20,0
25 000,0	25 001	0,2	0,9	1,0	25 002	0,2	1,9	2,0	30,0
30 000,0	30 001	0,3	0,8	0,9	30 001	0,3	0,8	0,9	30,0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: *L*: Carga aplicada a la balanza.  
*I*: Indicación de la balanza.

$\Delta L$ : Carga adicional.

*E*: Error encontrado

*E<sub>o</sub>*: Error en cero.

*E<sub>c</sub>*: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA :  $R_{CORREGIDA} = R + 1,18 \times 10^{-6} \times R$

INCERTIDUMBRE :  $U = 2 \times \sqrt{2,58 \times 10^{-1} g^2 + 2,90 \times 10^{-10} \times R^2}$

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre *U* reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura *k*=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-029-2023**

Página 1 de 5

Fecha de emisión	2024/05/17
Solicitante	TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
Dirección	CALENRIQUE BARRON NRO. 1231 DPTO. 104 URB. SANTA BEATRIZ LIMA - LIMA - LIMA
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	NO INDICA
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-2A
Serie	2212154
Cámara	136 l
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Modelo	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Ubicación	Laboratorio de suelos
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/05/17

**Método/Procedimiento de calibración**

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.  
SOLICITANTE

ARSOU GROUP S.A.C.  
F. J. C. Cárdenas  
Ley. de Metrología  
Ley. de Calibración  
Ley. de Materiales

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-029-2023

Página 2 de 5

**Arsou Group**

Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CAIDENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0478-LT-2022

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental      Inicial: 19 °C      Final: 19 °C

Humedad Relativa      Inicial: 16 %hr      Final: 16 %hr

**Resultados**

Tiempo (hh:mm)	Pirometro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCOPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.4	111.2	112.6	109.9	110.7	108.2	112.5	110.0	108.4	110.7	110.5	4.4
00:02	110	112.3	111.4	108.4	110.6	109.7	111.6	108.7	109.3	110.2	106.1	109.8	6.2
00:04	110	114.2	110.1	109.8	112.0	111.6	109.4	112.8	108.5	113.6	107.1	110.9	7.1
00:06	110	109.6	108.7	110.2	109.6	112.0	110.9	109.2	111.2	108.3	112.0	110.2	3.7
00:08	110	110.6	112.1	109.5	111.1	107.4	111.7	107.4	106.1	112.6	110.7	109.9	6.5
00:10	110	113.2	109.2	111.8	112.6	109.6	112.6	108.8	114.3	112.4	112.1	111.7	5.5
00:12	110	110.1	108.7	108.8	110.3	108.3	108.2	112.7	107.3	106.2	107.8	108.8	6.5
00:14	110	111.2	109.6	111.2	109.0	107.9	110.4	113.6	113.3	108.8	108.8	110.4	5.7
00:16	110	112.6	111.3	108.1	112.2	112.1	108.9	111.2	110.7	107.4	109.4	110.4	5.2
00:18	110	108.4	110.3	109.4	108.4	111.8	110.2	112.3	108.8	108.1	109.2	109.7	4.2
00:20	110	108.1	109.1	111.2	107.2	111.3	107.4	107.8	109.0	112.4	107.9	109.1	5.2
00:22	110	108.9	112.1	108.8	107.3	110.1	110.4	111.7	111.8	107.5	107.6	109.6	4.8
00:24	110	112.3	110.7	111.1	111.9	109.6	109.1	112.7	110.6	112.4	114.0	111.4	4.9
00:26	110	108.6	108.4	110.0	110.5	111.9	111.0	113.2	112.2	113.7	109.4	110.9	5.3
00:28	110	107.9	112.1	112.8	112.0	111.4	110.3	109.3	109.3	113.1	109.3	110.8	5.2
00:30	110	109.6	111.9	110.0	108.6	110.1	109.6	114.7	111.1	114.6	111.8	111.2	6.1
00:32	110	112.3	112.1	109.7	109.6	110.4	112.7	108.7	114.6	108.2	108.4	110.7	6.4
00:34	110	106.5	111.7	110.2	110.1	110.0	112.8	113.3	110.9	114.3	111.6	111.1	7.8
00:36	110	109.3	108.4	110.2	109.2	108.3	109.8	114.9	107.0	109.7	106.5	109.3	8.4
00:38	110	107.9	111.9	107.5	109.9	112.7	110.0	112.2	113.3	110.3	113.5	110.9	6.0
00:40	110	108.7	109.1	109.4	109.9	110.3	108.1	110.7	110.3	110.8	114.4	110.2	6.3
00:42	110	112.3	110.7	109.7	111.1	111.2	109.7	114.9	108.5	110.5	113.2	111.2	6.4
00:44	110	109.8	110.0	112.9	107.7	112.6	112.1	112.0	114.0	114.0	106.9	111.2	7.1
00:46	110	111.8	109.1	111.0	112.8	110.2	111.2	114.1	111.1	110.4	110.9	111.3	5.0
00:48	110	107.8	111.6	112.6	108.7	109.4	111.7	109.1	107.2	109.0	107.0	109.4	5.6
00:50	110	109.8	109.1	111.1	108.0	111.9	110.5	106.6	107.2	114.4	106.5	109.5	7.9
T. PROM.	110	110.2	110.4	110.3	110.0	110.5	110.3	111.4	110.3	110.8	109.7	110.4	
T. MAX.	110	114.2	112.1	112.9	112.8	112.7	112.8	114.9	114.6	114.6	114.4		
T. MIN.	110	106.5	108.4	107.5	107.2	107.4	107.4	106.6	106.1	106.2	106.1		

**Nomenclatura:**

T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.

Tms Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.

T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.

T. M La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

T. m La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

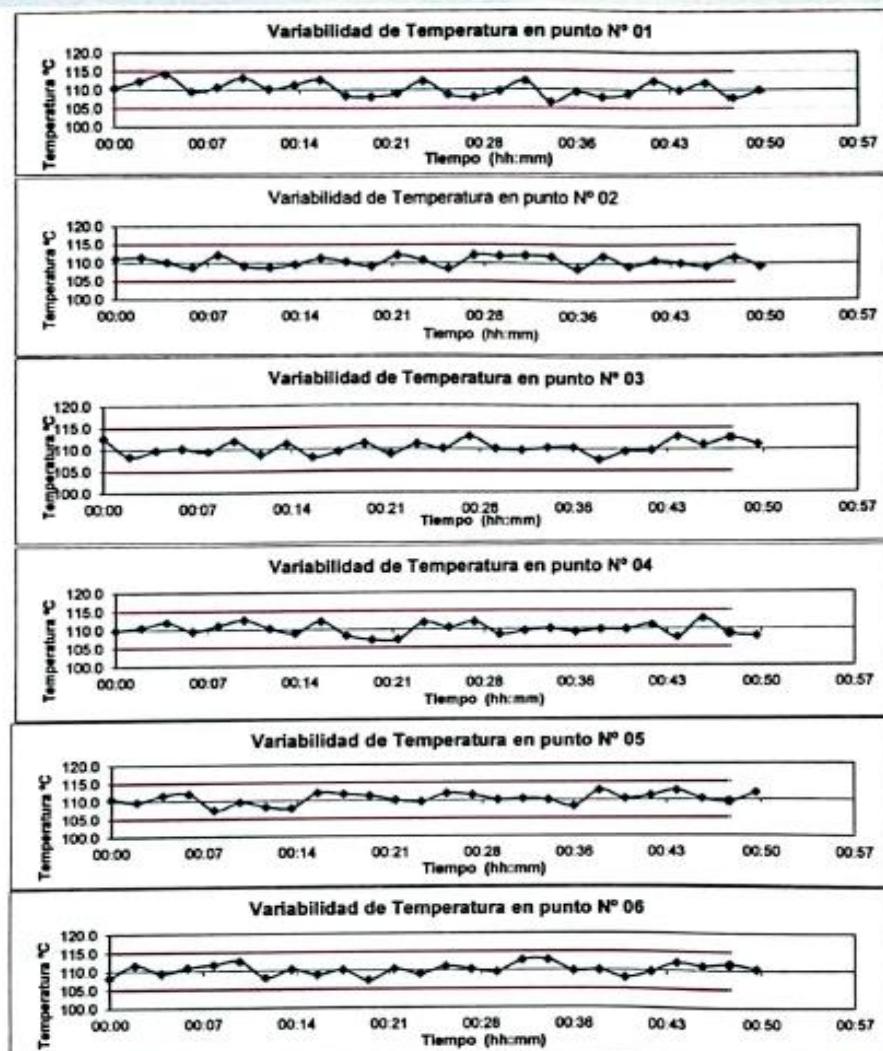


ARSOU GROUP  
S.A.C.  
Lima - Perú  
Ing. Luis Fernando Carnicero  
METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-029-2023

Página 3 de 5

**GRÁFICO**



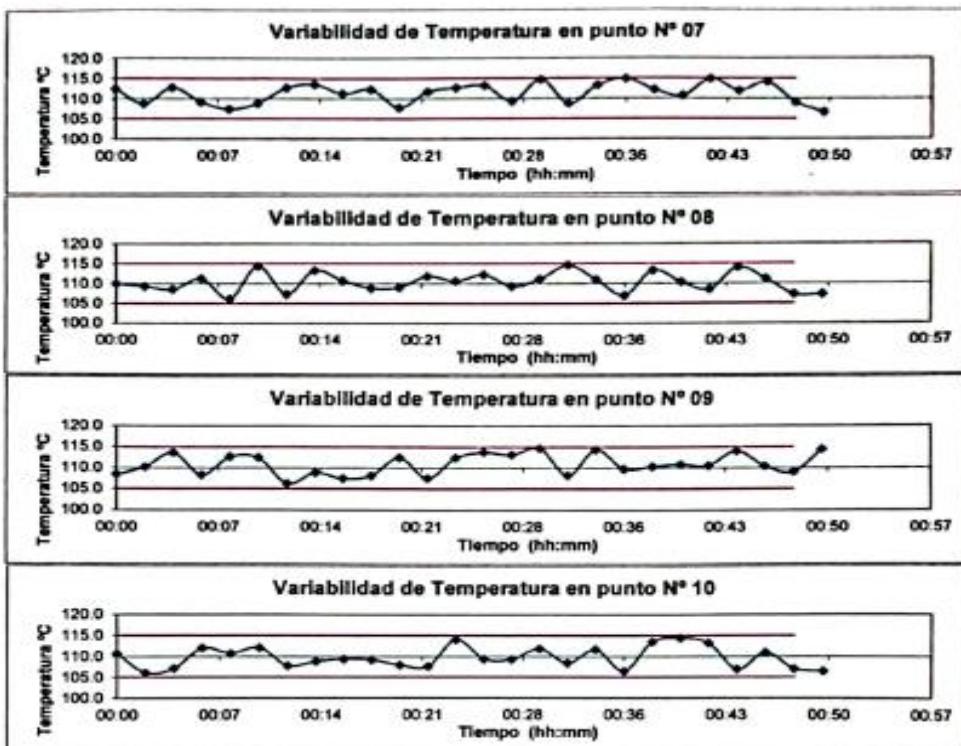
ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Alvaro Carnicero  
METROLOGÍA

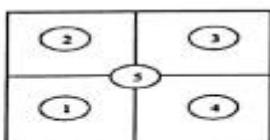
**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-029-2023

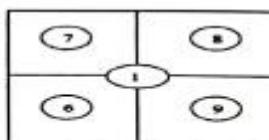
Página 4 de 5



**DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO**



**NIVEL SUPERIOR**



**NIVEL INFERIOR**



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ing. en Metrología  
Metrología Científica  
Metrología Industrial

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

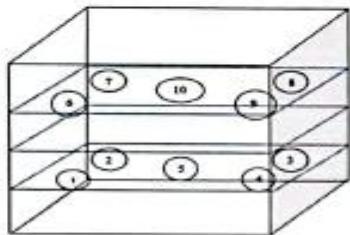


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-029-2023

Página 5 de 5

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA**

**PANEL FRONTAL DEL EQUIPO**



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$  .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



**Fin de documento**

ARSOU GROUP  
S.A.C.  
Laboratorio de  
Metroología

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
Nº LFP-071-2024**

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2024/05/17
Solicitante	TECNOLOGIA EN ENSAYO DE MATERIALES S.A.C.
Dirección	CALENRIQUE BARRON NRO. 1231 DPTO. 104 URB. SANTA BEATRIZ LIMA - LIMA - LIMA
Instrumento de medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Identificación	NO INDICA
Marca	A & A INSTRUMENTS
Modelo	STYE-200
Serie	210406
Capacidad	2000KN
Indicador	NO INDICA
Modelo	RFP-03
Serie	NO INDICA
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de concreto
Lugar de calibración	Instalaciones del cliente
Fecha de calibración	2024/05/17

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Hugo Luis Arevalo Carnicero  
LICENCIADO EN METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Av. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 303-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsoupgroup.com  
www.arsoupgroup.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-071-2024

Página 2 de 3

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	FORCE TRANSDUCER	INF-LE N° 039-23

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiente: Inicial: 19 °C Final: 19 °C

Humedad Relativa: Inicial: 73 %hr Final: 73 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" KN	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRÓN (kN)				PROMEDIO "B" KN	ERROR Ep %	REPETIBILIDAD Rp %
	SERIE (1) KN	SERIE (2) KN	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100.04	100.02	0.04	0.02	100.0	0.03	0.01
200	200.01	199.98	0.00	-0.01	200.0	0.00	0.01
300	299.85	299.93	-0.05	-0.02	299.9	-0.04	0.02
400	400.72	400.61	0.18	0.15	400.7	0.17	0.02
500	500.55	500.49	0.11	0.1	500.5	0.10	0.01
600	600.45	600.34	0.08	0.06	600.4	0.07	0.01
700	699.87	699.96	-0.02	-0.01	699.9	-0.01	0.01
800	799.96	799.99	0	0.00	800.0	0.00	0.00

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma;  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el  $+/- 1.0\%$



Calidad  
Sistemas de  
Metrología  
S.A.C.  
Arsou Group

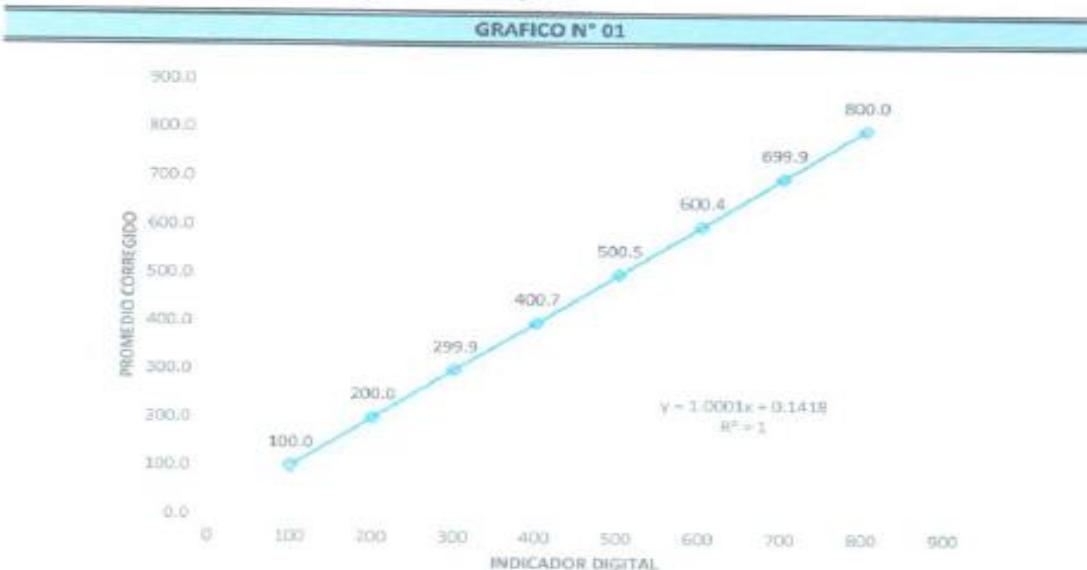
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-071-2024

Página 3 de 3

**Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)**



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 1.0001x + 0.1418$   
Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (KN)  
Y : fuerza promedio (KN)



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95%.
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

**Fin de documento**

\_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Categoría: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
Categoría: \_\_\_\_\_

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsoupgroup.com  
www.arsoupgroup.com

**Anexo 16: Panel Fotográfico**

### Fotografía 1:

*Cemento Extraforte Pacasmayo requerido para las probetas*



### Fotografía 2:

*Agregados gruesos y finos requeridos para las probetas*



**Fotografía 3:**

*Fibras de acero CHO 80/60 NB requeridos para las probetas*



**Fotografía 4:**

*Ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso*



### Fotografía 5:

*Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino*



### Fotografía 6:

*Ensayo para determinar la granulometría del agregado grueso*



### Fotografía 7:

*Ensayo para determinar la granulometría del agregado fino*



### Fotografía 8:

*Ensayo para determinar el porcentaje de humedad del agregado fino en un horno  
de laboratorio*



### Fotografía 9:

*Ensayo para determinar el porcentaje de humedad del agregado grueso en un horno de laboratorio*



### Fotografía 10:

*Ensayo para determinar la densidad de los agregados finos con un picnómetro*



### Fotografía 11:

*Ensayo para determinar la absorción de los agregados finos con un cono de kansas*



### Fotografía 12:

*Ensayo para determinar el porcentaje de vacíos de los agregados gruesos con un marco y una cesta de pesaje*



**Fotografía 13:**

*Ensayo para determinar la temperatura al concreto con un termómetro digital*



**Fotografía 14:**

*Ensayo para determinar el asentado de concreto con un Cono de Abrams*



**Fotografía 15:**

*Medición de contenido de aire del concreto con una huincha*



**Fotografía 16:**

*Acabado en las probetas de las vigas de concreto*



**Fotografía 17:**

*Chuzado en las probetas cilíndricas de concreto*



**Fotografía 18:**

*Curado de 7, 14 y 28 días en las probetas cilíndricas de concreto*



### Fotografía 19:

*Corroboration y medición de las probetas cilíndricas de concreto de 7 días con  
un calibrador*



### Fotografía 20:

*Ensayo para obtener la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas de  
concreto de 7 días mediante la rotura con una prensa automática*



### Fotografía 21:

*Ensayo para obtener la resistencia a tracción de las probetas cilíndricas de  
concreto de 7 días mediante la rotura con una prensa automática*



### Fotografía 22:

*Ensayo para obtener la resistencia a flexión de las probetas de las vigas de  
concreto de 7 días mediante la rotura con una prensa automática*



### Fotografía 23:

*Corroboration y medición de las probetas cilíndricas de concreto de 14 días con  
un calibrador*



### Fotografía 24:

*Ensayo para obtener la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas de  
concreto de 14 días mediante la rotura con una prensa automática*



### Fotografía 25:

*Ensaya para obtener la resistencia a tracción de las probetas cilíndricas de  
concreto de 14 días mediante la rotura con una prensa automática*



### Fotografía 26:

*Ensaya para obtener la resistencia a flexión de las probetas de las vigas de  
concreto de 14 días mediante la rotura con una prensa automática*



### **Fotografía 27:**

*Corroboration y medición de las probetas cilíndricas de concreto de 28 días*



### **Fotografía 28:**

*Ensayo para obtener la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas de  
concreto de 28 días mediante la rotura con una prensa automática*



**Fotografía 29:**

*Ensayo para obtener la resistencia a flexión de las probetas de las vigas de concreto de 28 días mediante la rotura con una prensa automática*



**Fotografía 30:**

*Ensayo para obtener la resistencia a tracción de las probetas cilíndricas de concreto de 28 días mediante la rotura con una prensa automática*

