



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas del  
Concreto Estructural Reforzado con Fibras de Acero y  
Polipropileno**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor (es)**

Bach: Vásquez Guivar Jose Yoner  
<https://orcid.org/0000-0003-4255-3394>

Bach: Huamán Huamán Jhon Klever  
<https://orcid.org/0000-0001-5262-5297>

**Asesor**

**Dr.Ing. Chilon Muñoz Carmen**  
<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

**Línea de Investigación**  
**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2022**

# EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO

## Aprobación del jurado

---

Mag. REINOSO TORRES JORGE JEREMY JUNIOR  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mag. RUIZ SAAVEDRA NEPTON DAVID  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Dr. CHILON MUÑOZ CARMEN  
**Vocal del Jurado de Tesis**



Universidad  
Señor de Sipán



### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos egresado (s) del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

#### **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Vásquez Guivar Jose Yoner	DNI: 73489352	
Huamán Huamán Jhon Klever	DNI: 74778872	

Pimentel, 4 de mayo de 2023.

## **Dedicatoria**

A Dios, por concederme la vida, salud y las fuerzas necesarias para seguir adelante en el cumplimiento de mis objetivos, por su bendición siempre y por haberme permitido desarrollar y culminar con éxito mi carrera profesional, logrando siempre, gracias a él, afrontar cada situación presentada con confianza y seguridad.

A mis padres, Antero Vásquez Sánchez y Bercelia Guivar Molina, por su apoyo perenne en todo momento, a lo largo de mi formación profesional, siendo una de las motivaciones principales para seguir adelante. A mi hermana Nely Vásquez Guivar por su apoyo constante, impulsándome siempre a seguir con firmeza durante este proceso.

A mi tío Antero Sánchez Llatas, quien en vida, me brindó su apoyo incondicional, siendo muy importante para mí durante este proceso. Así mismo se lo dedico a cada miembro de mi familia que de diferentes formas contribuyeron en el logro de este objetivo. Y a mis amigos, compañeros de estudio y docentes que formaron parte de este proceso.

**Jose Yoner Vásquez Guivar**

Dedico este proyecto a mi madre Zulme Huamán Reyes que siempre me apoyo en todo momento. También a mi tío Manuel Huamán Reyes que me alentó siempre, y a mi familia en general que siempre estuvo presente durante el desarrollo de mi vida universitaria.

**Jhon Klever Huamán Huamán**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios porque en todo momento siempre me dio su bendición, y por permitirme alcanzar uno de mis grandes objetivos en la vida.

A mis padres por el apoyo brindado, y porque siempre estuvieron en cada momento bueno o complicado, animándome a seguir adelante.

A mi familia por el apoyo brindado de diferentes maneras en este proceso.

A la Universidad Señor de Sipán por ser mi casa superior de estudios, por todos los servicios educativos brindados.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación profesional, por las enseñanzas brindadas. Y a mis amigos y compañeros de estudio, por cada conocimiento compartido y los buenos momentos vividos.

**José Yoner Vásquez Guivar**

Agradezco a Dios por guiarme en este trayecto y permitirme estar con buena salud para seguir adelante durante todo este proceso.

**Jhon Klever Huamán Huamán**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>Dedicatoria</i> .....	IV
<i>Agradecimientos</i> .....	V
<i>Índice de tablas y figuras.</i> .....	VII
<i>Resumen</i> .....	XII
<i>Abstract</i> .....	XIII
<i>I. INTRODUCCIÓN</i> .....	14
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.2. Formulación del problema. ....	30
1.3. Hipótesis. ....	30
1.4. Objetivos. ....	31
1.5. Teorías Relacionadas al tema. ....	31
<i>II. MATERIALES Y MÉTODO.</i> .....	49
2.1. Tipo y Diseño de Investigación. ....	49
2.2. Variables, Operacionalización .....	51
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	54
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	58
2.5. Procedimiento de análisis de datos. ....	59
2.6. Criterios éticos. ....	92
<i>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</i> .....	93
3.1. Resultados .....	93
3.2. Discusión de los resultados. ....	126
<i>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</i> .....	133
4.1. Conclusiones.....	133
4.2. Recomendaciones.....	135
<i>REFERENCIAS</i> .....	137
<i>ANEXOS</i> .....	142

## Índice de tablas y figuras.

### ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Nivel de ductilidad del concreto de acuerdo a su resistencia.....	36
<b>Tabla II.</b> Valores de $\lambda$ para concretos ligeros.....	39
<b>Tabla III.</b> Valor de $\lambda$ para el concreto ligero en base a componentes de los agregados (Cuadro 19.2.4.2 del ACI).....	39
<b>Tabla IV.</b> Operacionalización de variable independiente.....	52
<b>Tabla V.</b> Operacionalización de variable dependiente.....	53
<b>Tabla VI.</b> Especímenes de concreto patrón (CP).....	55
<b>Tabla VII.</b> Muestras de concreto con adición de fibra de polipropileno microsintética (FPm).....	56
<b>Tabla VIII.</b> Muestras de concreto con incorporación de fibra híbrida (FH): óptimo de FPm + Fibra de acero (FA).....	57
<b>Tabla IX.</b> Resumen de proporciones de fibra adicionadas a cada mezcla de concreto.....	58
<b>Tabla X.</b> Características de la fibra de acero.....	68
<b>Tabla XI.</b> Propiedades de la fibra de polipropileno microsintética.....	69
<b>Tabla XII.</b> Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.....	95
<b>Tabla XIII.</b> Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.....	96
<b>Tabla XIV.</b> Resultados del ensayo de peso unitario para agregado fino y grueso.....	97
<b>Tabla XV.</b> Resultados del ensayo de peso específico y absorción para agregado fino y grueso.....	97
<b>Tabla XVI.</b> Resumen de diseño de mezcla de concreto patrón, $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .....	98
<b>Tabla XVII.</b> Resumen de diseño de mezcla de concreto patrón, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .....	98
<b>Tabla XVIII.</b> Módulo de elasticidad del concreto, $E_{C\text{-real}}$ y $E_{C\text{-teórico}}$ , de diseño $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de FPm.....	121
<b>Tabla XIX.</b> Módulo de elasticidad del concreto, $E_{C\text{-real}}$ y $E_{C\text{-teórico}}$ , de diseño $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de FPm.....	122
<b>Tabla XX.</b> Módulo de elasticidad del concreto, $E_{C\text{-real}}$ y $E_{C\text{-teórico}}$ , de diseño $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de FH.....	124
<b>Tabla XXI.</b> Módulo de elasticidad del concreto, $E_{C\text{-real}}$ y $E_{C\text{-teórico}}$ , de diseño $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de FH (900 g/m <sup>3</sup> FPm+FA).....	125

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Fig. 1.	Componentes principales de la mezcla de concreto.....	32
Fig. 2.	Agregado grueso para mezclas de concreto. ....	33
Fig. 3.	Arena para el concreto .....	33
Fig. 4.	Tipos de cementos elaborados en el Perú. ....	35
Fig. 5.	Modos de falla de probetas cilíndricas bajo cargas de compresión. ....	37
Fig. 6.	Control de calidad del concreto en obra .....	38
Fig. 7.	Falla por flexión en una viga de concreto .....	40
Fig. 8.	Ensayo de división de probetas de concreto, para estimar la resistencia a la tracción del concreto.....	41
Fig. 9.	Curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto baja carga de corto plazo....	42
Fig. 10.	Desarrollo y transformación de microgrietas, a efecto de tensión de tracción. ....	44
Fig. 11.	Refuerzo fibroso del concreto con fibras de acero .....	45
Fig. 12.	Efecto de la incorporación de fibras en la respuesta a tensión de tracción del concreto.....	45
Fig. 13.	Efecto del refuerzo de fibras en la respuesta compresiva del concreto post-pico. ....	46
Fig. 14.	Modos de falla por flexión en vigas fibroreforzadas con acero .....	46
Fig. 15.	Fibra de polipropileno macrosintética para concreto SikaFiber® Force-48.....	47
Fig. 16.	Macrofibra de acero para concreto Sika® Fiber CHO 80/60 NB.....	48
Fig. 17.	Fibras de polipropileno microsintéticas y fibras de acero utilizadas. ....	69
Fig. 18.	Disposición de componentes básicos del concreto en las cantidades requeridas según tanta de ensayo.....	71
Fig. 19.	Incorporación de las fibras de polipropileno (FPm) y fibras de acero (FA) en la mezcla de concreto.....	72
Fig. 20.	Revenimiento de la mezcla de concreto fresco. ....	74
Fig. 21.	Ensayo para determinar el contenido de aire de la mezcla fresca de concreto. ....	75
Fig. 22.	Medición de la temperatura de la mezcla de concreto fresco. ....	78
Fig. 23.	Elaboración y curado de especímenes para ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	80
Fig. 24.	Elaboración y curado de especímenes prismáticos (vigas) para ensayo de flexión. ....	83
Fig. 25.	Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de concreto. ....	85
Fig. 26.	Tipos de falla de los especímenes de concreto definidos en la NTP 339.034.....	85



Fig. 27.	Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.....	87
Fig. 28.	Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.....	89
Fig. 29.	Proceso de análisis a los agregados.....	90
Fig. 30.	Procedimiento de elaboración, ensayo y obtención de resultados finales. ....	91
Fig. 31.	Geolocalización de la cantera La Victoria, mediante Google Earth . ....	93
Fig. 32.	Geolocalización de la cantera Pacherez a través de Google Earth.....	94
Fig. 33.	Curva granulométrica del agregado fino en estudio, y límites establecidos en la NTP 400.037 y ASTM C33. ....	95
Fig. 34.	Curva granulométrica del agregado grueso de TMN 3/4" y límites según NTP 400.037, tamaño n°57: (1" a N°4). ....	97
Fig. 35.	Asentamiento (Slump) del concreto de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	99
Fig. 36.	Asentamiento (Slump) del concreto de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	100
Fig. 37.	Temperatura de mezcla de concreto - diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	101
Fig. 38.	Temperatura de mezcla de concreto - diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	102
Fig. 39.	Contenido de aire en mezcla fresca - diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	103
Fig. 40.	Contenido de aire en mezcla fresca - diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	104
Fig. 41.	Peso unitario del concreto-diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	105
Fig. 42.	Peso unitario del concreto-diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	106
Fig. 43.	Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de FPm, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	107
Fig. 44.	Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de FPm, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	108
Fig. 45.	Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	109
Fig. 46.	Resistencia a la compresión a los 28 días de curado del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....	110
Fig. 47.	Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	111
Fig. 48.	Resistencia a la compresión a los 28 días de curado del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....	112
Fig. 49.	Resistencia a la flexión del concreto con adición de FPm, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	113
Fig. 50.	Resistencia a la flexión del concreto con adición de FPm, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	114
Fig. 51.	Resistencia a la flexión del concreto con adición híbrida de fibras, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	115

Fig. 52. Resistencia a la flexión ( $M_r$ ) del concreto con adición híbrida de fibras, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	116
Fig. 53. Resistencia a la tracción del concreto con adición de FPM, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	117
Fig. 54. Resistencia a la tracción del concreto con adición de FPM, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	118
Fig. 55. Resistencia a la tracción (T) del concreto con adición híbrida de fibras, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	119
Fig. 56. Resistencia a la tracción (T) del concreto con adición híbrida de fibras, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	120
Fig. 57. Módulo de elasticidad del concreto , $E_{C\text{-real}}$ vs $E_{C\text{-teórico}}$ , con adición de FPM, diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , resultados a los 28 días. ....	121
Fig. 58. Módulo de elasticidad del concreto , $E_{C\text{-real}}$ vs $E_{C\text{-teórico}}$ , con adición de FPM, diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , resultados a los 28 días. ....	123
Fig. 59. $E_{C\text{-real}}$ vs $E_{C\text{-teórico}}$ , diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de FH ( $900 \text{ g/m}^3\text{FPM}+\text{FA}$ ), con resultados de ensayos a los 28 días de curado.....	124
Fig. 60. $E_{C\text{-real}}$ vs $E_{C\text{-teórico}}$ , diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de FH ( $900 \text{ g/m}^3\text{FPM}+\text{FA}$ ), con resultados de ensayos a los 28 días de curado.....	126
Fig. 61. Ensayo de contenido de humedad de los agregados.....	228
Fig. 62. Ensayo de granulometría de agregados.....	228
Fig. 63. Ensayo de peso específico y absorción agregado grueso. ....	228
Fig. 64. Ensayo de peso específico del agregado fino.....	228
Fig. 65. Ensayo de peso unitario de los agregados.....	228
Fig. 66. Preparación de mezclas de concreto .....	228
Fig. 67. Incorporación de las fibras a la mezcla. ....	229
Fig. 68. Ensayo de temperatura del concreto fresco.....	229
Fig. 69. Ensayo de peso unitario del concreto fresco.....	229
Fig. 70. Ensayo de Asentamiento (Slump). ....	229
Fig. 71. Ensayo de contenido de aire .....	229
Fig. 72. Elaboración de especímenes cilíndricos.....	229
Fig. 73. Elaboración de especímenes prismáticos. (vigas). ....	230
Fig. 74. Curado de especímenes. ....	230
Fig. 75. Medición de especímenes para ensayos mecánicos.....	230
Fig. 76. Configuración del espécimen para ensayo de resistencia a compresión y módulo de elasticidad.....	230
Fig. 77. Configuración del espécimen para ensayo a flexión.....	230

Fig. 78.	Configuración de del espécimen para el ensayo de tracción.....	230
Fig. 79.	Falla de especímenes con FPm, luego del ensayo a compresión.....	231
Fig. 80.	Falla de especímenes con FH, luego del ensayo a compresión.....	231
Fig. 81.	Falla por flexión de espécimen con FPm. ....	231
Fig. 82.	Falla por flexión de especímenes con FH. ....	231
Fig. 83.	Falla por flexión de especímenes con FH. ....	231
Fig. 84.	Puente de fibra de acero en la interfaz del concreto.....	231
Fig. 85.	Falla de espécimen con FPm, por tracción.....	232
Fig. 86.	Falla de espécimen con FH, por tracción.....	232
Fig. 87.	Distribución interna de las fibras en el concreto. ....	232

## Resumen

El concreto posee un óptimo comportamiento a flexión, sin embargo, baja capacidad a tracción y flexión, siendo un material frágil. Por ello el objetivo de este estudio fue Evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  reforzado con fibras de acero y polipropileno y un concreto patrón. Para ello se elaboraron muestras de concreto patrón (CP), de diseño 210 y  $280 \text{ kg/cm}^3$ , con fibra de polipropileno micro sintéticas (FPm) en  $100 \text{ g/m}^3$ ,  $300 \text{ g/m}^3$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  y  $900 \text{ g/m}^3$ , y con el óptimo contenido de FPm más fibra de acero(FA) en 10, 20, 30 y  $45 \text{ kg/m}^3$ . Obteniendo como resultado que la adición de las FA reduce la trabajabilidad de la mezcla e incrementa el contenido de aire. Para muestras con FPm, el óptimo contenido fue  $900 \text{ g/m}^3$ , en tanto cuando se añadió FA, el óptimo contenido en función del  $f'c$  fue con  $900 \text{ g/m}^3$  de FPm+ $10 \text{ kg/m}^3$  de FA, logrando incrementar la resistencia a compresión en 9.95% y 4.85% para ambos diseños respectivamente, en tanto para tracción y flexión la dosis óptima fue con un contenido de FA de  $45 \text{ kg/m}^3$  logrando incrementos del 13.39% y 20.27 % en flexión y 28% y 48% para tracción, en ambos diseños correspondientemente. Concluyendo que la adición de FPm, mejora todas las propiedades mecánicas del concreto, mientras que la incorporación de FPM+FA, mejora sus propiedades mecánicas, de manera más significativa la resistencia a la flexión y tracción a medida que se incrementa el contenido de fibra.

**Palabras Clave:** Fibra de acero, fibra hibrida, fibra de polipropileno, propiedades físico-mecánicas, trabajabilidad.

## Abstract

Concrete has an excellent flexural behavior, however, low tensile and flexural capacity, being a brittle material. Therefore, the objective of this study was to evaluate the physical-mechanical properties of concrete of  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  and  $280 \text{ kg/cm}^2$  reinforced with steel fibers and polypropylene and a standard concrete. For this purpose, samples of standard concrete (SC), of  $210 \text{ kg/cm}^2$  and  $280 \text{ kg/cm}^2$  design, were prepared with microsynthetic polypropylene fiber (MPF) at  $100 \text{ g/m}^2$ ,  $300 \text{ g/m}^2$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  and  $900 \text{ g/m}^3$ , and with the optimum content of MPF plus steel fiber (SF) at 10, 20, 30 and  $45 \text{ kg/m}^3$ . As a result, the addition of SF reduces the workability of the mix and increases the air content. For samples with MPF, the optimum content was  $900 \text{ g/m}^3$ , while when SF was added, the optimum content as a function of  $f'c$  was  $900 \text{ g/m}^3$  of MPF+ $10 \text{ kg/m}^3$  of SF, increasing the compressive strength by 9.95% and 4.85% for both designs respectively, while for tension and flexure the optimum dosage was with a SF content of  $45 \text{ kg/m}^3$ , achieving increases of 13.39% and 20.27% in flexure and 28% and 48% for tension, in both designs respectively. It is concluded that the addition of MPF improves all the mechanical properties of the concrete, while the incorporation of MPF+SF improves its mechanical properties, more significantly the flexural and tensile strength as the fiber content increases.

**Keywords:** hybrid fiber, physical-mechanical properties, polypropylene fiber, steel fiber, workability.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática

El uso del concreto en el ámbito de la construcción es agigantado, su uso se basa en la flexibilidad de su diseño, elaboración y colocación. Siendo fundamental, aspectos como sus características y propiedades en el comportamiento estructural de edificaciones a base de este material. Problemas relacionados con la escasez de materia prima para su elaboración, así como la necesidad de mejorar sus propiedades y la búsqueda de la sostenibilidad ambiental en la construcción, conllevan a implementar tecnologías innovadoras y adiciones en su elaboración.

Si bien bajo cargas axiales de compresión el concreto ofrece un óptimo comportamiento; no obstante, su resistencia a tracción es bastante baja, así mismo es un material frágil es decir presenta baja capacidad de ductilidad; en estado fresco puede presentar fisuración y agrietamiento por contracción plástica; a efecto de cargas de flexión tiende a presentar grietas que se propagan en su interfaz (por esta razón se emplean las barras de refuerzo en elementos estructurales sometidos a flexión). Aspectos como los mencionados hacen necesario la adición de nuevos componentes al concreto para superar estos problemas y optimar su rendimiento en las estructuras, siendo una de las alternativas el uso de un concreto fibroreforzado mediante fibras de acero y polipropileno

En [1], plasman que, en China, con el masivo crecimiento de la sociedad y economía en los últimos años, la demanda del concreto con propiedades de sostenibilidad y durabilidad favorables cada vez es más significativa. Por otro lado, además de las cargas de gravedad y el alto estado de tensión, las estructuras de las diferentes construcciones civiles experimentan cargas cíclicas repetitivas, como, por ejemplo, cargas de sismo, vehiculares, cargas de viento u otras durante su vida útil. Consecuentemente estas cargas de fatiga se reparten en toda la matriz del concreto, junto con los patrones de una gran cantidad de microgrietas. Esto evidentemente ocasionada un deterioro progresivo de las

propiedades mecánicas de este material y el acopio de daño debido a la fatiga, lo que resulta en una falla repentina por fatiga de la estructura. En tanto en [2] precisan que aspectos como la baja resistividad a la flexión y tracción del concreto, limitan su uso en aplicaciones estructurales en que se requiere que el material a emplear presente buena calidad de las propiedades antes mencionadas. Esto hace necesario la búsqueda de mejoras en el concreto en aspecto como tenacidad, absorción de energía y resistencia al impacto. Por su parte en [3] precisan que, en Portugal, conociendo que el concreto tiene un uso agigantado en la construcción, evidentemente esto ha conllevado a implementar nuevas innovaciones en materiales alternativos, que básicamente ayudarán a incrementar el ritmo de construcción bajo dos parámetros definidos: resistencia temprana y reducción en las emisiones de carbono. Considerando el alto impacto ambiental que supone la masiva producción del concreto debido a una alta demanda en su uso, surge la necesidad de introducir materiales alternativos que permitan mitigar estos efectos.

Así mismo en [4] precisan que la existencia de edificios de gran altura, vigas con grandes luces y estructuras de concreto en masa, incrementan cada uno de los requisitos necesarios de ductilidad y resistencia del concreto. Esto implica mejorar el rendimiento de deformación y tenacidad, pues es un problema a resolver, en escenarios como, incrementar su resistencia mecánica, disminución de la ductilidad y consecuentemente el aumento de la fragilidad. Siendo uno de los métodos efectivos, los refuerzos con fibras en el concreto. En tanto en [5] precisa que es frecuente el uso de concreto de altas prestaciones en la edificación de estructuras de edificios con gran altura, pues sus ventajas son intrínsecas comparadas con el concreto convencional; sin embargo, la presencia del agrietamiento y rotura por la fragilidad de forma intempestiva a efecto de ciertas cargas comprenden problemas trascendentes a considerar. Es así que, en anteriores investigaciones, está demostrado que el incorporar fibras de refuerzo, de manera eficaz puede prevenir la expansión de grietas, puesto que permite liberar la energía producida por la fractura, logrando mejorar la tenacidad a la fractura reduciendo

así la falla frágil. Así mismo según [6], precisan que las limitaciones existentes en los concretos convencionales relacionadas a la baja ductilidad, fragilidad del material y resistencia ínfima a tracción, pueden controlarse recurriendo al reforzamiento fibroso del concreto a través de fibras de acero, del mismo modo las deformaciones debido a la contracción y el agrietamiento en estado endurecido del concreto pueden ser minoradas con el uso de fibras de polipropileno. Entretanto [7] respecto a los elementos estructurales, losas alveolares de concreto prefabricado/pretensado evaluadas en Singapur, mencionan que, en específico aquellas cuyo canto supera los 300 mm y tienen almas planas, son vulnerables a fallas por cizallamiento. Además, dado que en las losas no se pueden implementar estribos, esto hace más crítica la falla por cizallamiento, siendo necesario implementar métodos de refuerzo, como láminas poliméricas reforzadas con fibra, o el uso de un concreto fibroreforzado mediante fibras de acero o sintéticas de polipropileno. En relación a ello, en [8] precisan que muchos problemas en el concreto se presentan cuando está expuesto al cizallamiento, así como también se requiere mejorar su tenacidad y resistencia a la fractura. Es así que, en algunas aplicaciones en estructuras, el reforzamiento del concreto con fibras podría incrementar su capacidad de carga y del mismo modo la resistencia al corte.

Entretanto en [9] mencionan que la construcción de viviendas en la ciudad de Lima está en crecimiento constante y el material mayoritariamente empleado es el concreto ya que aporta practicidad en su diseño; sin embargo cuando este es colocado en superficies grandes o estructuras con grandes luces, como vigas o losas macizas, a efecto de la contracción plástica tiende a agrietarse, cabe resaltar que la magnitud y propagación de este tipo de grietas depende de la temperatura ambiental, humedad relativa, pérdida de agua superficial del concreto antes de fraguar o en algunos casos la velocidad del viento, esto genera reducción de la funcionalidad y estética en las estructuras. Así mismo, la presencia de fisuras en el concreto tiende a reducir su vida útil e incrementa la permeabilidad y vulnerabilidad al intemperismo. Así mismo el agigantado crecimiento



de la población ocasiona que cada vez se generen más residuos a consecuencia de las elevadas tasas de consumo, lo que evidentemente ocasiona un agotamiento de las materias primas, así como la contaminación ambiental. Situación que claramente se ve replicada en la industria de la construcción, siendo necesario en muchos de los casos incrementar la durabilidad de los materiales para reducir de modo alguno su alta demanda, como por ejemplo del concreto, ya que este es el material más empleado en este sector [10]. Adicionalmente a lo mencionado, en [11] precisan que las construcciones que se ubican en zonas marinas están en constante exposición a diferentes ataques de agentes como: sulfatos, agua de mar, ácidos, microorganismos, cloruros, moluscos y algas, siendo estos factores los que hacen necesario incrementar la durabilidad del concreto, bajar la permeabilidad, reducir la aparición de grietas (micro y macro) y evitar la presencia de huecos o cangrejeras generadas en la etapa de fabricación y puesta en servicio. Así mismo, en [12] plasman una problemática muy agigantada, afirmando que la informalidad en diferentes construcciones de viviendas, produce vulnerabilidad de estas edificaciones ante eventos sísmicos. Es así que en conjunto tanto la vulnerabilidad y el peligro sísmico produce un elevado riesgo. Es así que el riesgo sísmico se disgrega en tres tipos de riesgos: pérdida de vidas humanas, propiedad y pérdida de utilización de la estructura.

Entretanto en Arequipa, al poseer un clima seco en invierno, otoño y primavera a efecto de la humedad atmosférica, con temperaturas que pueden llegar a estar por debajo de los 10°C en la noche y alcanzar los 25°C en el día. Los problemas para el concreto debido a estas vulnerabilidades, producto de factores ambientales como temperatura, el intemperismo, humedad, corriente de aire, se resumen en la presencia de fisuras y grietas en su composición, a través de las cuales pueden ingresar agentes perjudiciales que pueden llegar a vulnerar el desempeño y durabilidad de las estructuras [13].

El concreto característicamente es un material quebradizo con baja capacidad para soportar efectos de contracción, como la contracción plástica (estado fresco), esto

puede originar grietas en el concreto incrementando así el riesgo de penetración de agentes del medio natural en superficies expuestas al intemperismo, afectando así la vida útil y Serviciabilidad de las estructuras. En ese sentido en [14], expresan la necesidad de mejorar la calidad en la producción del concreto empleado en diferentes infraestructuras y edificaciones, con el objetivo de mitigar las diferentes problemáticas relacionadas al agrietamiento, optimar los costos de producción y colocación, optimización de materiales e incrementar la calidad, buscando siempre la sostenibilidad, se pretende siempre la investigación de diferentes aditivos que al ser agregados al concreto sirvan de refuerzo en sus propiedades [15].

Cada vez surgen nuevas obras de gran relevancia en la ciudad de Lima, como: centros comerciales, proyectos inmobiliarios o edificios; los cuales se construyen pese a que la ciudad, sísmicamente se ubica en una zona de alto riesgo. La razón es que esto es posible gracias a las nuevas e innovadoras tecnologías de construcción, empleo de materiales de calidad y un reforzamiento constante mediante el uso de elementos que contribuyan a incrementar el comportamiento mecánico del concreto. Precizando que elementos estructurales como vigas, losas, placas y pórticos no deben presentar imperfecciones en su composición. En relación a estos últimos, sucede que al ser construidos de manera horizontal tienden a sufrir agrietamientos por factores como, asentamiento del terreno, sismo, serviciabilidad, endurecimiento o por la exudación en la etapa de colocación del concreto) y deformaciones por cargas aplicadas. Específicamente se debe a una capacidad reducida para deformarse antes de llegar al punto de rotura o colapso [16].

La informalidad en la construcción, es uno de los graves problemas que afronta esta industria, pues básicamente prima lo empírico; aunque también existen proyectos donde se supone intervinieron en su diseño y construcción profesionales en el tema (Ingenieros Civiles); sin embargo, estos son atañidos por temas de corrupción que ocasiona, por ejemplo, un inadecuado uso de materiales para la construcción,

esquivando las especificaciones técnicas y requisitos necesarios. Además de ello están los procesos convencionales de elaboración de materiales y procesos constructivos; es escasa la innovación, a pesar de ser necesaria en el afán de aportarle nuevas y mejoradas propiedades a materiales como el concreto estructural, del cual se requiere un óptimo comportamiento como parte de la estructura ante las diferentes sollicitaciones de resistencia a cargas y esfuerzos a los que este sometida.

La durabilidad o el tiempo que estén en servicio las edificaciones es directamente proporcional a las propiedades de cada material empleado en su construcción, así como también a aspectos relacionados al diseño y proceso constructivo de la estructura. El concreto como material estructural, influye en gran manera en el comportamiento de esta; siendo así necesario aportarle propiedades mejoradas, que le otorguen un mejor desempeño estructural; siendo la alternativa que se plantea, la elaboración de un concreto fibroreforzado empleando fibras sintéticas de polipropileno o macrofibras de acero.

Existe variedad de fibras industriales en el mercado, y cada una con características propias respecto a su aplicación en el concreto fibroreforzado, siendo la empresa Sika una de las que produce gran variedad de fibras macro y micro sintéticas y metálicas. Sin embargo, su distribución y aplicación no es muy común en la región; uno de los posibles factores sería el tema económico, pues supone un gasto adicional en la elaboración del concreto, pero si comparamos costo y beneficio, este último compensaría lo invertido, asumiendo que le aporta un mejor comportamiento estructural al concreto y por ende a la estructura en su conjunto.

En relación a los antecedentes de estudio considerados en la presente investigación, tenemos estudios como el de [17] quien, en su investigación sobre la mejora de la resistencia de las columnas de hormigón con diferentes fibras de acero y fibras de polipropileno, su población objeto de estudio fueron las columnas cortas de concreto armado convencional y de alta presentación limitadas por amarre con y sin fibras,

de lo cual la muestra seleccionada fueron cinco columnas cuadradas de concreto armado (100 × 100 × 1000) mm, el instrumento empleado fue la máquina de laboratorio para ensayo de elementos bajo carga axial. Logró determinar en base a los valores presentados que el incorporar fibras de acero (fricción en volumen 0.75% y relación de aspecto 100) para concreto de alta presentación, mejora su resistencia bajo cargas a compresión, esfuerzos de flexión, cargas a tracción y módulos elásticos estáticos. Además, se estableció que el añadir fibras al concreto convencional y de calidad alta, incrementa su resistencia y mejora el rendimiento. Así mismo, tenemos el estudio aplicado por [18] quien, en su estudio sobre el efecto de las fibras de acero y polipropileno sobre las propiedades de tracción por división cuasiestáticas y dinámicas del concreto de alta resistencia, teniendo como población de estudio los especímenes de concreto, de lo cual la muestra empleada fueron probetas de concreto con refuerzo de fibras de polipropileno y acero, empleándose 14 diferentes tipos de estos, cuya proporción de fibra empleada fue 2%, 2.5% y 3% de fibra de acero y 0,12%, 0,17% y 0,22% de fibra de polipropileno, así mismo el instrumento empleado, fueron los instrumentos de laboratorio: barra de presión dividida Hopkinson (SHPB) y probador de presión servo electrohidráulico controlado por microordenador de 30 T y su extensómetro correspondiente. Logrando establecer incrementos en la resistencia a tracción por rotura, en función del aumento del contenido de fibra de acero, y se incrementa primero y disminuye luego aumentando el contenido de fibra de polipropileno. Así mismo el uso de fibra híbrida polipropileno-acero, reduce el riesgo de rotura por fragilidad del concreto; especialmente cuando el uso de fibra de acero es 2.5%, el contenido mixto tiene gran efecto sobre las propiedades divisorias del concreto, mejorando su comportamiento.

Entretanto en [19], con el fin de analizar el comportamiento a la flexión en términos de curvas de carga-deflexión, características de carga y deflexión, tenacidad, propiedades de agrietamiento y el efecto sinérgico de las fibras híbridas de acero y polipropileno en el concreto. Emplearon cuatro dosificaciones de fibra de acero en dosificaciones

volumétricas de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%, para las 3 relaciones de aspecto de fibra de acero utilizadas, 40, 60 y 80; así mismo se emplearon 3 fracciones volumétricas de 0.1%, 0.15% y 0.2% para la fibra de polipropileno de longitud 13.6 mm y diámetro 0.048 mm de tipo monofilamento. Pudiendo comprobar que con una dosis de fibra de acero corrugado en un intervalo de 0.5% y 2.0% , la resistencia a tracción por división se ve incrementada en 7,78%, 19,02%, 28,24% y 54,47%, respectivamente; sin embargo, su comportamiento mecánico bajo compresión se ve limitado en relación a la dosis volumétrica de fibra. Así mismo las muestras sin contenido de fibra o con solo fibra de polipropileno presentaron un tipo de falla frágil, en cambio las probetas reforzadas con fibras de acero presentaron falla dúctil. Mientras que en [20], teniendo como objetivo estudiar los efectos de la relación longitud-diámetro de la fibra de acero, la fracción volumétrica de la fibra de acero y la fibra de polipropileno sobre la profundidad de carbonatación y la resistencia a la compresión del concreto en condiciones supercríticas. Determinaron que para un contenido de FH con 1.5% y 0.0% de FA y FP respectivamente, logró un incremento del 20% en su resistencia bajo carga de compresión

Por su parte [21], en su estudio sobre la evaluación experimental de la resistencia del concreto reforzado con fibras híbridas de acero y polipropileno, para lo cual utilizaron una relación de proporción de 50:50 con porcentajes diferentes de hibridación, en las dosis de: 1%, 1.5% y 2%. Con ensayos de compresión, a tracción y flexión lograron determinar que el óptimo contenido de fibra híbrida fue el de 1.5%, pues fue el que más incremento generó en la capacidad del concreto bajo carga axial de compresión, capacidad de tracción y flexión; alcanzando en compresión una resistencia de 55,8 N/mm<sup>2</sup> siendo superior en un 13.13% a la alcanzada por el concreto convencional, en tracción alcanzó una resistencia de 4.63N/mm<sup>2</sup> siendo esta superior en 19.33% respecto del concreto convencional y en flexión la resistencia máxima alcanzada fue de 5.20 N/mm<sup>2</sup>, superando en 25,60% al concreto patrón.

Entretanto en [22], aplicaron un estudio denominado “Ensayos de macrofibras sintéticas de polipropileno y columnas de concreto armado GFRP sometidas a cargas concéntricas y excéntricas”, teniendo como objetivo estudiar la eficiencia de compresión axial de columnas con polímero reforzado con fibra de vidrio y fibra estructural sintética (GFRP-RC) que contienen fibras estructurales macro sintéticas de polipropileno (columnas GPMC) bajo diferentes excentricidades de carga, para lo cual elaboraron 18 columnas con altura de 1200mm y diámetro 300mm, 8 muestras fueron elaboradas con barras de refuerzo GFRP y las otro 8 muestras se elaboraron empleando barras de acero de refuerzo (Muestras de acero RC (fibra estructural sintética) que contienen fibra estructural macro sintética de polipropileno (SPMCcolumnas)), determinando la resistencia axial (AS), modos de falla , acortamiento axial, curvas carga axial-acortamiento axial y cada uno de los patrones de agrietamiento, bajo excentricidades diferentes. El instrumento empleado fue la máquina de laboratorio para prueba de compresión. Llegando a concluir que Las fibras estructurales macro sintéticas de polipropileno proporcionó al concreto una mayor mejora en la resistencia axial de cada una de las muestras de RC (fibra estructural sintética) de acero que contienen fibra estructural macro sintética de polipropileno (SPMC) respecto de las muestras GPMC (Muestras de GFRP-RC que contienen fibra estructural macro sintética de polipropileno ) en un 23% , en tanto no se evidenció una diferencia significativa respecto al acortamiento axial de ambos tipos de muestras en el pico de la resistencia axial. Además, las muestras de GPMC y SPMC mostraron similares modos de falla, ilustrando está en la región de la mitad superior junto con el aplastamiento del núcleo del concreto, donde las fibras estructurales macro sintéticas de polipropileno evitaron el desconchado de la cubierta superficial de concreto, y principalmente mejoraron la eficiencia de tracción de las columnas excéntricas. Respecto a la ductilidad, las muestras de GPMC presentaron un 118% de las muestras de SPMC.

En [23] con el objetivo de estudiar el comportamiento a flexión de vigas de concreto armado fabricadas con árido grueso reciclado (RCA), fibras de acero (SF) y fibras de polipropileno (PPF), donde la población estudiada fueron vigas de concreto armado, de lo cual la muestra seleccionada fueron 54 vigas de sección: 150mm x 200mm x1500 mm de longitud, con espaciamientos diferentes de armadura transversal, utilizando barras de refuerzo de diámetro 10mm y 20mm mm como refuerzo transversal, a compresión y tracción respectivamente, con un espaciamiento de estribo de diámetro 8mm, de 100 mm, 200 mm y 675mm. El árido grueso reciclado que se utilizó fue obtenido de los restos luego de la demolición de una edificación, empleando porcentajes de 0%, 50% y 100% de masa, como remplazo del agregado tradicional, así mismo se incorporó fibras de polipropileno y acero en un 0% , 1% y 2% del volumen, para mejorar la respuesta de las vigas a las solicitaciones de cargas a flexión. El ensayo de flexión aplicado fue de 4 puntos, midiendo capacidad última de flexión, máxima deformación en el centro de luz, ductilidad y rigidez. El instrumento empleado fue una máquina de laboratorio configurada para aplicar dos cargas lineales concentradas. Concluyendo que las vigas experimentaron un incremento de su capacidad a flexión a efecto del refuerzo con fibras de polipropileno en comparación con las elaboradas adicionando fibra de acero, no obstante, el efecto producido por estas fibras sobre la deformación es más trascendente. En tanto, en India, [24] con el propósito de realizar un estudio estadístico y experimental sobre la variabilidad y confiabilidad de la capacidad del concreto al impacto, empleando refuerzo híbrido de fibra, polipropileno y acero, mediante el uso de una prueba de caída de peso simple recomendada por el comité 544 de ACI, para lo cual la población objeto de estudio fue las probetas de discos cilíndricos de concreto, de lo cual la muestra seleccionada fue cuatro números de muestras de discos cilíndricos con dimensiones de 150mm de diámetro x 70mm de profundidad, elaborados con mono fibra y fibra híbrida polipropileno-acero, para ser sometidos a la prueba de impacto. El instrumento que se empleó fue el aparato de laboratorio para prueba de impacto. Estableciendo una mejora significativa en la

capacidad del concreto bajo esfuerzos por impacto, al añadir fibra de acero, alcanzando valores más incrementados, que los obtenidos incorporando fibra de polipropileno, así mismo en el contenido híbrido de fibras, con la dosis mayor de fibras de acero incrementa la capacidad ante esfuerzos por impacto, manteniendo la fibra de polipropileno constante al 0.2%.

Así mismo tenemos la investigación aplicada en [25], denominada “ Refuerzo a cortante de vigas de hormigón de alta resistencia que contienen fibra de acero con extremos en forma de gancho”, tuvo como objetivo ampliar la implementación del uso de fibra de acero como sustituto del refuerzo de cortante en vigas de concreto asociado con la relación entre la luz y la profundidad de cortante de las vigas y la resistencia a tracción de la fibra de acero; para lo cual la población de estudio fueron probetas y vigas de concreto con refuerzo fibroso de acero, y como muestra se elaboraron 6 vigas de SFRC (vigas de concreto con refuerzo de acero) empleando concreto de alto rendimiento considerando resistencia de la fibra a la tracción así como la relación de cortante luz/profundidad de las vigas de prueba . Donde las 6 vigas fueron ensayadas con tres relaciones distintas de cortante: 1.5, 2.5 y 3.5, de lo cual para la primera relación las dimensiones fueron 160mm x 290mm x 1250mm de longitud, para la segunda relación la sección fue la misma y la longitud 1750 mm y para la tercera misma sección y longitud 2250mm. Así mismo el refuerzo empleado fueron barras de tracción con SD500 de grado D13 (Seúl, Corea), y se colocó refuerzo a cortante en los dos extremos de las vigas con la finalidad de evitar fallas tempranas en los apoyos. La comparación de fallas por cortante y flexión fue con las de un miembro de control con relación de cortante de 2.5. Además, se elaboró una muestra cilíndrica de 100 mm x 200 mm y una probeta prismática de 100mm x 100mm x 400 mm para evaluar las propiedades mecánicas del SFRC. La fibra empleada fue de dos tipos: fibra de resistencia normal y de alta resistencia de tipo extremo ganchudo, en una proporción de 58, 9 kg/m<sup>3</sup>. Los instrumentos empleados fueron: un gato hidráulico con capacidad de 2000 kN con control de carga, los datos de experimentos se



obtuvieron a través de espectrometría de desorción térmica y se empleó un transformador diferencial variable lineal para la medición de la desviación del haz de SFRC en el centro y en los puntos de carga, un medidor de tensión en el centro de la barra de refuerzo a compresión y tracción para medir la tensión en la barra y un microscopio en cada etapa de carga específica para medir el tamaño de grieta. Concluyendo que Cuando se empleó fibra de acero de alta resistencia las grietas siguieron expandiéndose inclusive después de la fluencia, evidenciando un comportamiento dúctil, así mismo la deflexión en la falla última se incrementó en 14 mm en comparación con el empleo de fibra de acero de resistencia normal. Básicamente esto se debe a que la acción continua del puente de fibra sucede en el caso donde la resistencia de la fibra es más que la unión del compuesto. Por ello la capacidad de deflexión se incrementó a raíz de la acción del puente de fibra generado por la fibra de acero de elevada resistencia. En síntesis, no existe un efecto notable en la resistencia a fuerzas cortantes de las vigas de SFRC que sea atribuible a la resistencia a tracción de la fibra, pero si produce un efecto en la ductilidad del elemento.

En [26] con el objetivo de comparar el comportamiento mecánico del concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  reforzado con fibras de polipropileno, acero y ambas fibras, con el concreto patrón; tuvo como población objeto de estudio fue 120 probetas de concreto de forma cilíndrica y 30 probetas de concretos de forma prismática, los de forma cilíndrica de 300mm de altura x 150mm de diámetro y los prismáticos de 150mm x 150mm x 500m, de ello la muestra se distribuye de la siguiente manera: 15 muestras de concreto sin incorporación de fibra, además se hicieron 45 muestras con fibra de acero como refuerzo del concreto, de los cuales 15 se fabricaron con fibra en dosis de  $15 \text{ kg/m}^3$ , 15 con  $30 \text{ kg/m}^3$  y las 15 restantes con  $45 \text{ kg/m}^3$ ; y también se fabricaron 45 muestras incorporando fibra de polipropileno, donde 15 se prepararon con proporción de fibra de  $400 \text{ gr/m}^3$  de concreto, 15 con proporción de  $600 \text{ gr/m}^3$  y 15 con proporción de  $800 \text{ gr/m}^3$ ; detallando para cada uno de los tipos de muestra, que para los ensayos a compresión se emplearon 9 especímenes, para flexión 3 y para tracción directa 3, así mismo para compresión se

ensayaron 3 probetas a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días, para flexión se ensayaron las 3 probetas a los 28 días y para tracción directa las 3 probetas a los 28 días. Como instrumentos se emplearon equipos de laboratorio para ensayos de materiales de construcción. Lograron establecer una disminución en la capacidad del concreto ante cargas axiales de compresión hasta en 7.152% para el concreto fibroreforzado con acero, un incremento en hasta 5.705% para el concreto fibroreforzado con polipropileno y para la incorporación fibrosa híbrida, acero-polipropileno, un incremento de 9.639%; para el ensayo a flexión se determinó un incremento para los tres tipos de adiciones siendo 23.066%, 11.333% y 15.192%, respectivamente; así mismo se evidenció valores incrementados en la capacidad del concreto ante esfuerzos de tracción por compresión diagonal en 12.278%, 19.329% y 16.382%, respectivamente. Mientras que en [27] con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, donde la población fue un concreto convencional de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con refuerzo de fibras de polipropileno y acero; siendo la muestra seleccionada, 48 probetas, de los cuales se tuvo un grupo 1 conformado por muestras adicionadas en un 10% para cada tipo de fibra; el grupo 2 con un 15 % de incorporación por cada una de las fibras empleadas; grupo 3 con 20% por cada fibra y el grupo 4 con 0% por cada fibra; de ello se ensayaron 6 probetas por cada grupo a los 14 días y de igual forma 6 probetas por cada grupo a los 28 días; el instrumento empleado fue las fichas de registro. Lograron concluir que para una dosificación del 20% de fibra (para ambas) se incrementó la capacidad de flexión del concreto, logrando alcanzar valores superiores en un 7.7% para muestras curadas a los 28 días, con relación al concreto patrón. Además, la presencia de las fibras reduce la presencia de fisuramientos bajo condiciones de intemperismo y no impacta en la temperatura en ninguno de los casos; no obstante, la consistencia de la mezcla se ve reducida con el incremento de fibra.

Entre tanto en [28] bajo el objetivo evaluar la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, siendo la población de estudio

la mezcla de concreto compuesta por agregados, cemento, agua, con la incorporación de fibras; así mismo la muestra seleccionada fueron 48 probetas, distribuidas en relación a los días de curado, teniendo así: grupo 1 que se conforma por especímenes con 10% de adición para cada tipo de fibra empleada, grupo 2 con 15%, grupo 3 con 20% y grupo 4 con 0%; de ello se ensayaron 6 probetas por cada grupo a los 14 días y 6 probetas por grupo a los 28 días; los instrumentos empleados fueron equipos para ensayos de laboratorio, ficha de registro e instrumento útil para el diseño de mezcla. Determinó que el grupo 3 presentó una capacidad máxima ante carga axial de compresión, siendo la dosis de fibra 20% para cada una de las utilizadas, siendo esta resistencia superior a la del concreto patrón en 8.10%, siendo el  $f'c$  alcanzado de 322.98 kg/cm<sup>2</sup>. Influidando el uso de fibras en el  $f'c$  del concreto en función del incremento en el contenido de fibra. Así también, en [29] teniendo el objetivo de determinar el efecto de la incorporación de fibra de polipropileno; tuvo como población estudiada las muestras de concreto de resistencia  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>; siendo la muestra elegida 48 probetas de 4" x 8", controladas en sus dos estados, fresco y endurecido. Los instrumentos de utilizados fueron la ficha para registro de datos y el cuaderno de campo. Pudo comprobar que la fibra incorporada produce una variación importante en las propiedades del concreto, respecto al concreto convencional. Mientras que, [30] en su estudio denominada "Estudio del concreto con fibras de polipropileno y cemento portland tipo I para A/C:0.60", con el objetivo de reducir la formación de fisuras en estado plástico del concreto usando microfibras de polipropileno, teniendo como población de estudio los tipos de mezclas de concreto, de lo cual la muestra seleccionada fueron 4 tipos de mezclas que comprendían: un concreto convencional (muestra control) y con adiciones en 3 dosificaciones distintas de microfibras de polipropileno; que fueron: 200, 300 y 400 g/m<sup>3</sup>. Pudo determinar una reducción de las fisuras superficiales y laterales en el concreto, en longitud, cantidad y grosor, a efecto de la fibra añadida.

Por otro lado tenemos la investigación aplicada por Carhuapoma [31], donde con el objetivo de determinar el efecto que tienen de las fibras de polipropileno al adicionar en el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ; siendo la población estudiada concretos de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , elaborados con agregados de la cantera Cochamarca; en tanto la muestra conformada por un concreto convencional y adicionado, empleando 4 adiciones diferentes de fibra, de lo cual para ambas resistencias de estudio se incorporó 2, 5 y 9  $\text{kg/m}^3$  de concreto, de macrofibra, y 600  $\text{g/m}^3$  de microfibra; elaborándose en total 15 probetas, mismas que se ensayaron en esa misma cantidad, a los 7, 14 y 28 días; los instrumentos empleados fueron instrumentos cuantitativos: horno eléctrico, balanza electrónica, probeta graduada, tamices de diámetros diferentes y prensa de ensayos a compresión; así mismos instrumentos informativos: revistas, folletos y fichas técnicas. Logró concluir que las fibras de acero respecto de las de polipropileno aportan mejores resultados en hasta un 11.86% más, para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ; Logrando además demostrar que las muestras con fibras incorporadas, son capaces de mantenerse integradas a pesar del agrietamiento generado luego del ensayo de compresión simple; algo muy distinto sucede con las probetas que no tienen refuerzo, pues estas inmediatamente después de generarse la falla se separan e inclusive estallan.

Por su parte Sanchez [32] bajo el objetivo de determinar el grado de influencia de la aplicación de la fibra de polipropileno SIKAFIBER para optimizar las propiedades del concreto, considerando a los concretos con refuerzo de fibras sintéticas de polipropileno como población de estudio; seleccionaron como muestra 48 especímenes cilíndricos de diámetro 150 mm x 300mm de altura y 4 losas con dimensiones de 1.5m x 1.5 m x 0.15m de espesor de las cuales 2 fueron elaboradas con un concreto convencional y 2 adicionando fibra de polipropileno; siendo ensayadas, a compresión un total de 24 probetas elaboradas con concreto patrón y 24 para muestras con refuerzo de fibras, las cuales en ambos casos se ensayaron 8 a los 7 días, 8 a los 14 días y 8 a los 28 días; el instrumento empleado fue la ficha técnica. Logó establecer que el tipo de fibra empleada

mejora la capacidad del concreto bajo carga axial de compresión, alcanzando un incremento de la resistencia en hasta un 16.42% en relación al concreto convencional; asimismo se produce un aumento del módulo de elasticidad y rotura del concreto con fibra de refuerzo, en hasta un 7.90%.

En tanto en [33], con el objetivo de determinar la influencia de las fibras de acero para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto; siendo la población de investigación los agregados provenientes de la cantera Bouner y el cemento Qhuna tipo MS; de lo cual la muestra empleada fueron 108 probetas, las cuales pertenecen a tres tipos de mezclas diferentes: con adición del 0%, 1.5% y 3% de fibras de acero; donde para los ensayos a compresión se emplearon 9 probetas para cada tipo de mezcla y 3 probetas para los ensayos a flexotracción, siendo ensayadas a los 7, 14 y 28 días; el instrumento empleado fue una guía de observación. Pudo establecer que con un 3% de fibra el concreto presentó un comportamiento mejorado bajo cargas de flexión, de igual forma con 3% se logró un mejor control de la fisuración. No obstante, con 1.5% de fibra el concreto alcanzó mejor comportamiento bajo carga axial de compresión respecto a la muestra con 3%, en hasta un 14% más. Mientras que Sandoval [34], con el objetivo de determinar los efectos de la incorporación de la fibra de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante; la población que se consideró fueron los concretos de diseño  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , siendo las fibras incorporadas de acero LF 80/60 cuyo diámetro es de 0.75 mm y 60.00 mm de largo, donde se incorporó en dosificaciones de 1%, 2%, 3% y 4% en función e volumen de concreto. El instrumento utilizado fueron las fichas y equipos de laboratorio. Determinando, respecto a los estudios realizados se muestra que tanto para la temperatura y asentamiento la dosificación de 3% fue considerada la más óptima; para propiedades mecánicas, se presentó lo siguiente, la dosificación de 2% aumento la capacidad a compresión, la dosificación de 4% aumento el módulo de elasticidad y flexión respectivamente, mientras que para la tracción se consideró óptimas las dosificaciones de 2% y 3%, considerando todo ello para los diseños

210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>; por ende, el uso de fibras de acero en el concreto, permite en gran medida a todas las propiedades mecánicas.

La importancia y justificación de la presente investigación se sustenta técnicamente, pues permitió a través de un estudio experimental y aplicando un análisis comparativo, determinar las propiedades y características del concreto estructural, considerando la adición de fibras de polipropileno y de acero. Con lo que se determinó los beneficios y mejoras buscando incrementar su rendimiento ante diferentes sollicitaciones de la estructura que conforma, considerando también las mejoras respecto a un concreto patrón sin adición alguna. Así mismo, se justifica tecnológicamente ya que, a través de procedimientos experimentales, permitió incrementar el conocimiento sobre la edición de fibras en el concreto y los efectos que éstas generan en sus propiedades. Plasmando así la importancia de las innovaciones y el desarrollo de nuevos materiales con propiedades mejoradas. Y socialmente se justifica en que logrando mejorar las características y propiedades del concreto, precisando también los beneficios proporcionados por la adición de cada una de las fibras estudiadas, optimar el rendimiento estructural de este material, permitirá aumentar la serviciabilidad y durabilidad de las estructuras de diferentes edificaciones.

## **1.2. Formulación del problema.**

¿Qué impacto tienen las fibras micro sintéticas de polipropileno y su combinación híbrida con macrofibras de acero en el comportamiento estructural del concreto en base a sus propiedades mecánicas?

## **1.3. Hipótesis.**

La aplicación de fibras de polipropileno y acero en el concreto estructural, con una dosificación óptima de 600 g/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente, influyen significativamente

en sus propiedades físicas y mecánicas permitiendo mejorar su desempeño estructural bajo fuerzas de compresión, flexión u otro tipo de solicitaciones.

#### **1.4. Objetivos.**

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

Evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  reforzado con fibras de acero y polipropileno y un concreto patrón.

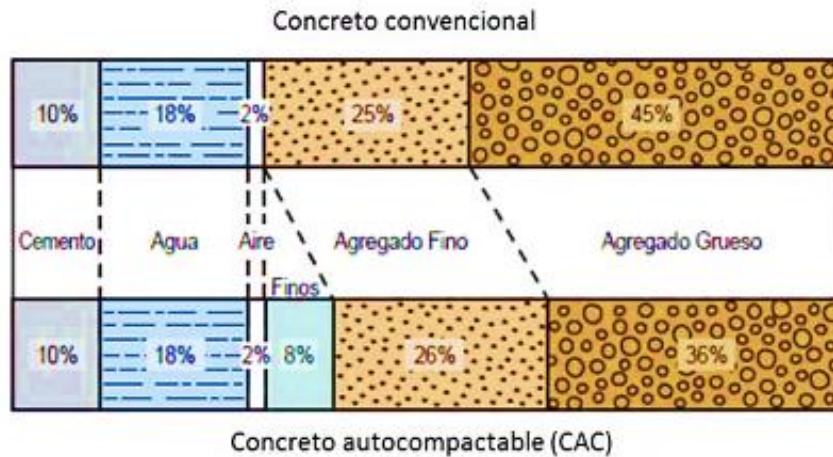
##### **Objetivos específicos**

- Establecer las características físicas de los agregados a emplear.
- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los concretos patrones de  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto adicionado con microfibras sintéticas de polipropileno en las dosificaciones de: 100, 300, 600 y 900  $\text{g/m}^3$  de concreto, para las resistencias de  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .
- Determinar las propiedades físico-mecánicas del concreto fibroreforzado con fibras de polipropileno en óptimo contenido, y fibras de acero en las dosificaciones de: 10, 20, 30 y 45  $\text{kg/m}^3$ , para las resistencias de  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **1.5. Teorías Relacionadas al tema.**

##### **Concreto**

Es una combinación de agregados, fino y grueso, con un material aglomerante. Siendo el medio aglomerante el cemento Portland, que reacciona químicamente al tener contacto con el agua; sin embargo, puede contener puzolanas, aditivos químicos y escorias [35].



**Fig. 1.** Componentes principales de la mezcla de concreto. Tomado de Componentes principales del concreto con sus porcentajes respectivos, Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala, 2019, <https://www.iccg.org.gt/index.php/component/phocadownload/category/17-boletines-tecnicos?download=447:boletin-tecnico-iccg-09>. [36].

Los ensayos al concreto en estado fresco y endurecido permiten conocer sus propiedades, en ambos estados, siendo la mezcla diseñada bajo parámetros normativos, considerando una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) a la que se quiere llegar al aplicar los ensayos en estado endurecido.

### **Materiales componentes de la mezcla del concreto convencional.**

#### **Agregados.**

##### *a) Agregado grueso.*

Material que se origina de la disgregación natural o mediante procesos artificiales, de rocas o gravas. Técnicamente considerando su uso, este agregado es el que queda retenido en la malla N°4, y se encuentra dentro de los límites definidos en la NTP 400.037 [35].

Los fragmentos a emplear deben estar limpios, durables y resistentes, y no deberá existir un exceso de partículas desintegrables, alargadas, planas y blandas. Así mismo deberán estar libres de polvo porciones de arcilla o cualquier elemento que perjudique la calidad de la mezcla del concreto. Es ideal para ser empleado, que su superficie sea rugosa



para una mejor adherencia y que los diferentes fragmentos de roca tengan tamaños variados sin exceder el tamaño máximo mencionado anteriormente.



**Fig. 2.** Agregado grueso para mezclas de concreto.

La Norma Técnica peruana de Edificación (NTE) para concreto armado, E.060, precisa que este agregado podrá conformarse por grava de procedencia natural o manufacturada (triturada), con partículas angulares o semiangulares, preferentemente, asimismo resistentes, duras, compactas e idealmente con superficie rugosa; estando completamente libres de materia orgánica, partículas escamosas u otro tipo de sustancias dañinas [37].

*b) Agregado fino.*

Este agregado se origina por la disgregación natural o artificial, es el pasante del tamiz de 3/8" y mayoritariamente pasa la malla N°4, para finalmente en su mayoría quedar atrapado en la malla de 75µm (N°200) [35].

La NTE E.060 precisa que este agregado podrá conformarse por arena natural o elaborada, o una combinación, teniendo partículas con perfil de preferencia angular, debiendo estar limpias, resistentes, duras y compactas. Estando libres de materia orgánica, partículas escamosas u otras sustancias dañinas [37].



**Fig. 3.** Arena para el concreto. [38]

### ***Cemento portland.***

Es un material cementicio, con propiedades adhesivas y cohesivas, requeridas para juntar agregados inertes en una masa solida de resistencia a adecuada durabilidad. En la elaboración de concreto estructural, son los cementos hidráulicos los que se emplean con exclusividad, pues permiten un proceso denominado hidratación, generado por el contacto con el agua y la producción de una reacción química, en el cual el polvo de cemento se empieza a endurecer convirtiéndose en una masa sólida, donde en la elaboración del concreto a ese proceso de endurecimiento se denomina fraguado [39].

Consisten en un material gris, pulverizado en partículas finas, compuesto por silicatos de calcio y aluminio. Para su elaboración se utiliza como materia prima las calizas, que aportan CaO y las arcillas o esquistos que aportan SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Estos componentes son molidos, mezclados, y fusionados con Clinker en un horno y luego se enfrían. Posteriormente se añade yeso y piedra adicional sin reaccionar y se procede a moler hasta la finura que se requiera [39].

En la producción de concreto, de todos los componentes empleados, el cemento Portland que actúa como aglutinante, es la parte más inestable del sistema, este es el que embebe a todos los demás componentes; Sin embargo, se le atribuye la mayor cantidad de problemas relacionados a la durabilidad que presenta el concreto, debido a que está sujeto a diferentes ataques químicos y físicos [40].

Tipos de cemento. [41], lo define de la siguiente manera:

*Tipo I.* Se utiliza en circunstancias donde no es necesario disponer de propiedades específicas o especiales, que se especifican para los demás tipos.

*Tipo II.* Su uso se da cuando es requerible obtener una resistencia moderada a los sulfatos. Donde los sulfatos vienen a ser sustancias alojadas en el suelo o aguas subterráneas, y al entrar en contacto con el concreto, afectan su durabilidad, deteriorándolo [42].

*Tipo II (MH)*. Es utilizado al requerir que el concreto posea una resistencia media a los sulfatos y al igual que un calor de hidratación moderado.

*Tipo III*. Se emplea al requerir una resistencia elevada a edades tempranas. Se recomienda ser empleado cuando se requiera adelantar el desencofrado.

*Tipo IV*. Su emplea cuando es necesario un bajo calor de hidratación.

*Tipo V*. Su aplicación se da principalmente cuando se requiere una elevada resistencia a los sulfatos.

En el Perú no se elaboran los tipos III Y IV [42].



Fig. 4. Tipos de cementos elaborados en el Perú. [43].

### **Agua para la mezcla.**

La norma técnica E.060 , establece que el agua utilizada para elaborar y curar el concreto debe ser preferentemente potable. Pudiéndose emplear aguas no potables solamente si: son limpias y exentas de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis u otras sustancias que representen un peligro para el concreto; así mismo las muestras de concreto elaboradas usando agua no potable, necesariamente deberán alcanzar resistencias a los 7 y 28 días, de mínimo el 90% de la resistencia alcanzada por muestras similares elaboradas con agua potable [37].

### **Concreto en estado endurecido.**

En estado endurecido, podemos medir la resistencia mecánica del concreto a compresión, flexión y tracción; aspectos muy importantes considerados en los diferentes diseños estructurales de concreto armado. Si bien es cierto cada una de las propiedades

mencionadas son importantes, pues le proporcionan un determinado comportamiento ante diferentes tipos de solicitaciones de carga; sin embargo, para los diseños, ya sea de elementos estructurales, pavimentos, o cualquier obra de construcción que contemple el uso de este material, lo primero que se toma en consideración es la resistencia a compresión ( $f_c$ ), es por ello que el concreto se diseña para un  $f_c$  especificado.

El concreto tiene un comportamiento cuasi frágil, con lo cual el nivel de ductilidad por lo general está en función de su resistencia y se estima entre 1 y 6 [44].

**Tabla I.**

Nivel de ductilidad del concreto de acuerdo a su resistencia.

<b>Resistencia a la compresión en MPa</b>	<b>Índice de Ductilidad</b>
21	4.5 - 6
28	3.5 – 4.5
35	3.0 – 3.5
42	2.5 -3.0
63	2.0 - 2.5
84	1.5 – 2.0

Nota. Se expresan los grados de ductilidad teóricos del concreto en relación a su capacidad bajo compresión. [44]

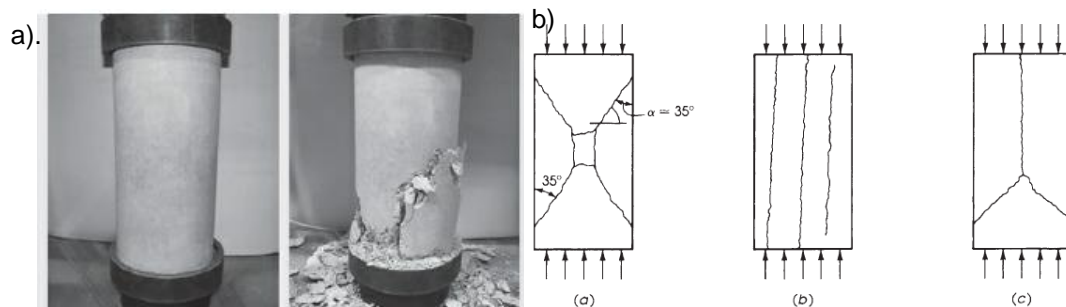
a) Resistencia a la compresión ( $f_c$ ).

Los diseños de mezcla de concreto a emplear en fines diversos, ya sea estructurales o no, se basan en la resistencia mecánica de compresión requerida por el proyecto en cuestión. Para fines estructurales los diseños de los diferentes elementos contemplan un determinado  $f_c$  del concreto, donde en base al cálculo estructural se a determinado, que esa resistencia permitirá un adecuado desempeño del concreto en la estructura en su conjunto.

El diseño de elementos estructurales contempla de manera premonitoria que el concreto a emplear resiste esfuerzos compresivos y no de tracción; por ende, el criterio de

calidad de este material viene a ser su capacidad ante cargas axiales de compresión. Los otros tipos de tensiones pueden considerarse como un cierto porcentaje de su resistencia a compresión; determinándose con facilidad a través de ensayos. Los especímenes empleados para determinar el  $f'_c$  del concreto pueden ser cilíndricos, cúbicos o prismáticos [45].

Para las pruebas a compresión del concreto, las probetas se curan en húmedo y luego son ensayadas a diferentes edades, siendo 28 días la edad en que se considera el concreto logra su resistencia máxima. El ensayo consta de la aplicación progresiva de una carga axial estática hasta que se produzca la ruptura de la muestra. Los tipos de ruptura pueden ser ocasionados por: esfuerzos de tracción (falla por cohesión), esfuerzo cortante aplicado (falla por deslizamiento), esfuerzo de compresión (falla por aplastamiento) o una combinación de esfuerzos [45].

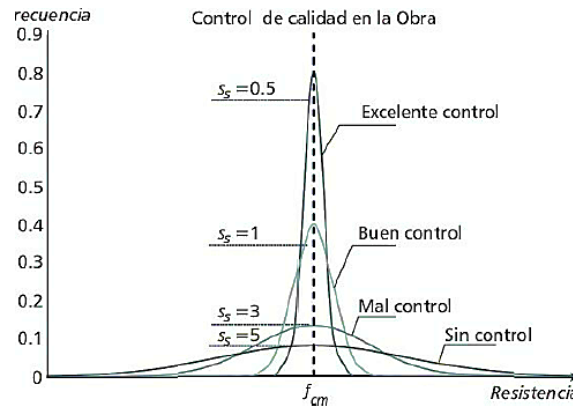


**Fig. 5.** Modos de falla de probetas cilíndricas bajo cargas de compresión.

De la Fig.5., por compresión axial, la probeta puede fallar por cortante (a), el segundo tipo de falla es una fractura por división o columnas, y (c) es una combinación de falla por corte y división. [45]- [44]

En la práctica, los diseños de mezcla de concreto se deben realizar considerando una resistencia a compresión lo suficientemente mayor a la requerida o especificada en el proyecto, esto permite garantizar que la probabilidad de que exista una resistencia inferior al  $f'_c$  de diseño en cualquier parte de la estructura, sea mínima. Esto implica que, si el

control de calidad es menor, los diseños de mezcla deben ser para valores mayores de resistencia [44]. La Fig. 6 muestra graficamente lo expresado.



**Fig. 6.** Control de calidad del concreto en obra. Dispersión de la muestra de concreto en función de la desviación estándar para una resistencia promedio de 28 MPa. [44]

b) Resistencia a la flexión.

Con base en experimentos aplicados a vigas de concreto armado, como se observa en la Fig. 7, se ha determinado que la resistencia a tracción bajo esfuerzos de flexión supera a la tensión de tracción obtenida mediante ensayos directos o de división. La capacidad a la flexión en elementos de concreto se plasma en términos del módulo de ruptura ( $f_r$ ), que representa un máximo esfuerzo bajo cargas de tracción en el concreto a efecto de la flexión [45].

El módulo de ruptura del concreto, se encuentra en el intervalo de 11 - 23% de la resistencia a la compresión. Pudiendo suponer un valor del 15% para resistencias en torno a 4000 psi (28 N/mm<sup>2</sup>). Donde el código del ACI, en la sección 19.2.3.1, dispone el valor de  $f_r$  como:

$$f_r = 7.5\lambda\sqrt{f'c}(\text{psi}) = 0.62\lambda\sqrt{f'c}\left(\frac{N}{\text{mm}^2}\right)$$

Considerando el cálculo de  $\lambda$  (factor de modificación) en base a la densidad de equilibrio (Tabla 2) o como se muestra en la Tabla 3 en base a las características de los agregados.

**Tabla II.**Valores de  $\lambda$  para concretos ligeros.

<b>Wc, (lb/ft<sup>3</sup>)</b>	<b><math>\lambda</math></b>
$\leq 100$	0.75
$100 < Wc \leq 135$	$0.0075 * Wc \leq 1.0$
$> 135$	1.0

Nota. Valores de  $\lambda$  para concreto ligero basados en la densidad de equilibrio (Tabla 19.2.4.1 del ACI). [45]

**Tabla III.**

Valor de  $\lambda$  para el concreto ligero en base a componentes de los agregados (Cuadro 19.2.4.2 del ACI).

<b>Concreto</b>	<b>Composición de los agregados</b>	<b><math>\lambda</math></b>
Totalmente ligero	Fino: ASTM C330 Grueso: ASTM C330	0.75
Mezcla ligera y fina	Fino: Combinación de ASTM C330 y C33 Grueso: ASTM C330	0.75 a 0.85*
Ligero en arena	Fino: ASTM C33 Grueso: ASTM C330	0.85
Mezcla gruesa y ligera en arena	Fino: ASTM C33 Grueso: Combinación de ASTM C330 y C33	0.85 a 1*
Peso normal	Fino: ASTM C33 Grueso: ASTM C33	1

Nota. \*La interpolación lineal de 0,75–0,85 y 0,85–1 se permite en función del volumen absoluto del agregado fino de peso normal como una parte del volumen absoluto total del agregado fino. [45]

Hassoun y Al-Manaseer [45], precisan que es permitido considerar  $\lambda$  como 0.75 para el concreto ligero (Código ACI, sección 19.2.4.2) y como 1.0 para concreto de peso normal (ACI 12.2.4.3). Asimismo, la sección 8.3.1.1 del ACI determina que para el  $f_y$  que supere los 80,000 psi luego de calcular los límites de deflexión, el  $f_r$  se sintetizará a:

$$f_r = 5\lambda\sqrt{f'_c}(\text{psi}) = 0.40\sqrt{f'_c}(N / \text{mm}^2)$$



**Fig. 7.** Falla por flexión en una viga de concreto. [44]

c) Resistencia a la tracción.

Característicamente el concreto es un material frágil y quebradizo, por ende, no puede resistir tensiones elevadas de tracción, las cuales importan cuando se toman en cuenta problemas de agrietamiento, torsión y cizallamiento. Una de las razones a la que podemos atribuir la baja capacidad de tracción, es las elevadas concentraciones de tensión en el concreto bajo carga, de tal manera que alcanza una tensión elevada en algunas partes de la muestra, lo que produce grietas microscópicas, en cambio otras partes de la muestra están sometidas a una tensión baja [45].

Para estimar y conocer la capacidad de tracción del concreto la prueba que generalmente se aplica es la de división. En dicha prueba la probeta cilíndrica se coloca con su eje horizontal en una máquina compresora hidráulica. Teniendo en cuenta un elemento en el diámetro vertical del cilindro de concreto y a una distancia y de las fibras superiores, el elemento es sometido a una tensión de compresión

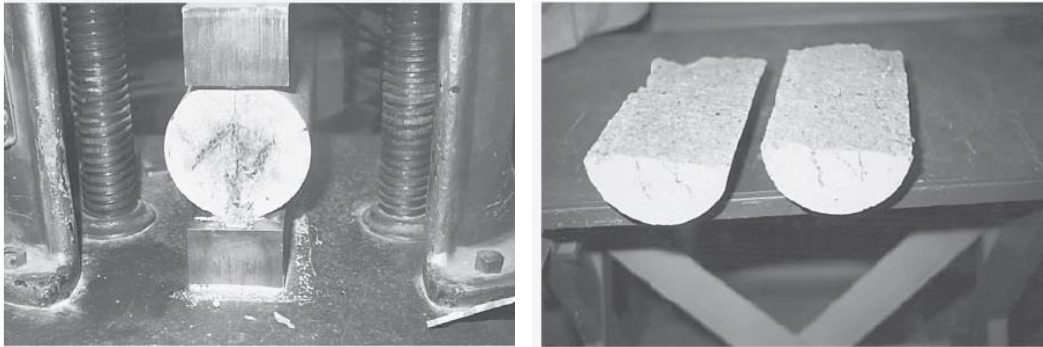
$$f_c = \frac{2P}{\pi LD} \left( \frac{D^2}{y(D-y)} - 1 \right)$$

y una tensión de tracción

$$f'_{sp} = \frac{2P}{\pi LD}$$



Siendo P la carga de compresión, D el diámetro y L la longitud del cilindro. Donde para una muestra cilíndrica de 150 x 300mm y a una distancia  $y = D/2$ , la resistencia a una fuerza de compresión es  $f'c = 0.0265 P$ , y a la tracción es  $f_{sp}=0.0088P = f'c/3$  [45].



**Fig. 8.** Ensayo de división de probetas de concreto, para estimar la resistencia a la tracción del concreto. [45]

Generalmente la capacidad a tracción se encuentra en el intervalo de 7 y 11% de su  $f'c$ , siendo el promedio 10%. Estableciendo la relación que, a menor  $f'c$ , mayor resistencia relativa a tracción [45].

d) Elasticidad.

El módulo elástico del concreto presenta variaciones con relación a la resistencia  $f'c$ , a diferencia del acero. Otro factor que influye, aunque en menor medida, es la edad del concreto, propiedades del cemento y los agregados, tipo y tamaño de muestra y la tasa de carga [46].

Para determinar el módulo elástico del concreto la ecuación empírica proporcionada por el ACI-19.2.2.1, para concretos de peso entre 90 y 160 lb/pie<sup>3</sup> es:

$$E_c = 33w_c^{1.5}\sqrt{f'_c}$$

$E_c$  en lb/plg<sup>2</sup>,  $W_c$  (peso específico) en lb/pie<sup>3</sup> y  $f'c$  (a los 28 días) en lb/plg<sup>2</sup>.

Para concreto de peso normal, en promedio de 145 lb/pie<sup>3</sup>, el ACI establece la ecuación siguiente, que es una simplificación de la anterior:

$$E_c = 57000\sqrt{f'_c}$$

y con  $E_c$  y  $f'_c$  en kgf /cm<sup>2</sup>.

$$E_c = 15\,000\sqrt{f'_c} \text{ (aproximadamente)}$$

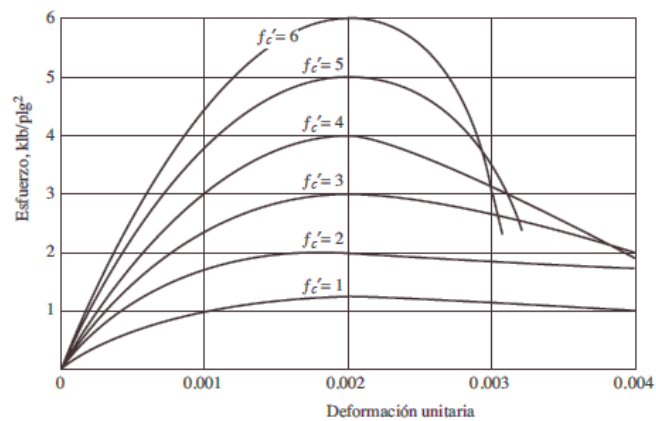
La Norma Técnica peruana de Edificaciones NTE E.060 presenta la siguiente expresión:

- Concretos con peso unitario  $w_c$  entre 1450 y 2500 kg/m<sup>3</sup> (E.060 -8.5.1):

$$E_c = w_c^{1.5} 0.043\sqrt{f'_c} \text{ (en MPa)}$$

- Concreto con peso unitario normal ( $w_c \approx 2300$  kg/m<sup>3</sup>).

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}$$



**Fig. 9.** Curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto baja carga de corto plazo. [47].

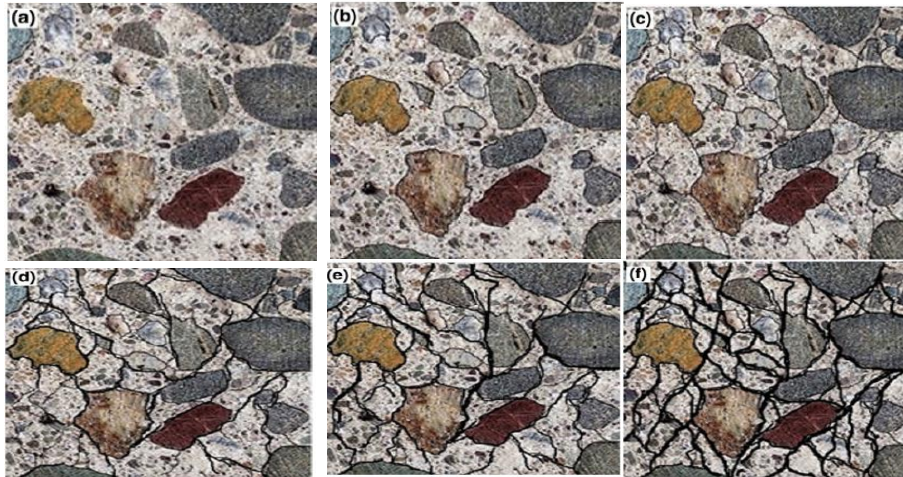
e) Curado.

La reacción química del cemento y el agua origina calor en el concreto a medida que este se endurece, lo que se denomina hidratación. En principio el agua empleada en la mezcla es suficiente para una hidratación inicial del concreto; sin embargo, la mayor cantidad de agua luego se evapora por altas temperaturas del concreto, del aire, alta velocidad del viento y humedad baja y el calor que se produce en el proceso de fraguado. Es por ello que, es necesario curar el concreto, con el fin de evitar la pérdida rápida de agua, pues es importante que el concreto se mantenga húmedo hasta que alcance una suficiente resistencia. El concreto con adecuado curado presenta una mejor dureza superficial y resistencia al desgaste y abrasión superficial. Otro beneficio importante es que el concreto se vuelve hermético producto de un mejor curado, lo que evita la penetración de la humedad y productos químicos, incrementando así la durabilidad y su vida útil [48].

**Fibras para el concreto.**

El uso de fibras en el concreto como refuerzo, es la técnica más antigua que se conoce. Las fibras se presentan en diversas formas, como fibras naturales, las industriales que existen hoy, etc., siendo empleadas de manera predominante para incrementar la resistencia mecánica de los elementos, por lo general estructurales.

La existencia de grietas en la zona de transición interfacial y en la matriz del mortero del concreto, es uno de los factores con más influencia en la carente resistencia a la tracción exhibida por ella. La Fig. 10 muestra el desarrollo y transformación de microgrietas existentes en la zona de transición del concreto en un sistema de grietas mayores que produjeron deformaciones, y finalmente el fallo del concreto bajo un estrés del 90% aproximadamente de su resistencia a la compresión final [49].



**Fig. 10.** Desarrollo y transformación de microgrietas, a efecto de tensión de tracción. [49].

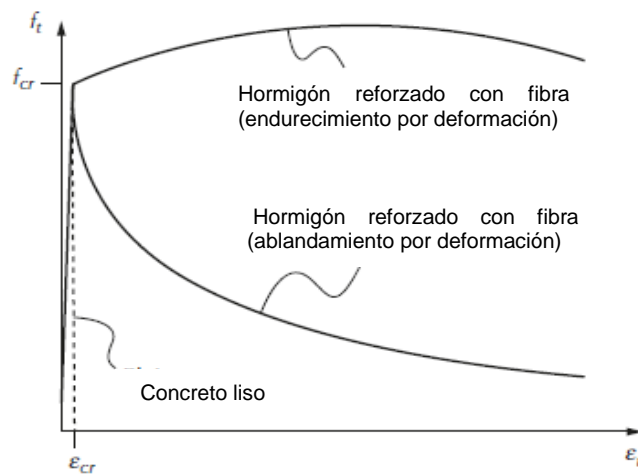
Las fibras al mezclarse en el concreto al azar, pero uniformemente, permite al material un comportamiento mejorado, no solo bajo cargas estáticas y cuasi-estáticas que se le aplique, sino también bajo cargas de fatiga, cargas de impacto e impulsivas. Siendo más efectivas las fibras cuando poseen una resistencia a esfuerzos de tracción comparable a la resistencia de la matriz del mortero. Otro aspecto importante a considerar es que las fibras de acero cortas y discretas presentan mayor efectividad en la mejora del comportamiento frágil del concreto, en comparación con las fibras sintéticas [49].

Las fibras de acero en la mezcla del concreto, ocupan espacios interparticulares que rodean los agregados gruesos junto con la pasta de cemento hidratada. La distribución aleatoria de las fibras en el contorno de agregados gruesos conforma un sistema estructural parecido a una red que rodea a estos agregados, donde las fibras actúan como lazos y la matriz del concreto como sus puntales. Siendo las fibras las que transportan fuerzas inducidas de tracción en el sistema y la matriz de concreto traslada la compresión, y además distribuye y transmite las fuerzas internas de tracción a las fibras incrustadas [49].

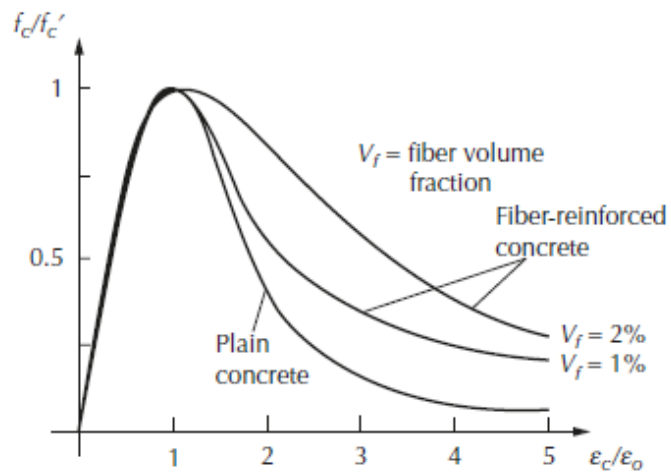


**Fig. 11.** Refuerzo fibroso del concreto con fibras de acero. Distribución al azar típica de las fibras de acero en la mezcla del concreto. [49]

La resistencia a compresión de concretos con adición de fibras no es trascendentemente mayor que los concretos sin adición; Sin embargo, estos concretos fibroreforzados presentan mayor firmeza y mejor resistencia tanto al agrietamiento y al impacto. Pues las fibras reducen la fragilidad del concreto [47].



**Fig. 12.** Efecto de la incorporación de fibras en la respuesta a tensión de tracción del concreto. [46]



**Fig. 13.** Efecto del refuerzo de fibras en la respuesta compresiva del concreto post-pico. [46]

Las fibras finas permiten controlar el inicio y propagación de microgrietas en el concreto, pues se encuentran dispersas densamente en la matriz de cemento. Asimismo, las fibras largas permiten controlar grietas más largas e influyen en el aumento de la resistencia última del concreto fibroreforzado [50].



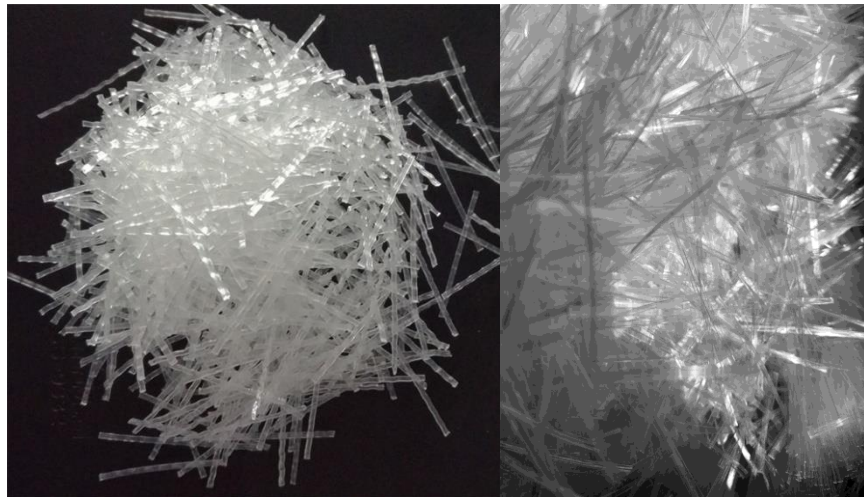
**Fig. 14.** Modos de falla por flexión en vigas fibroreforzadas con acero. [50]

Tipos de fibras empleadas en el concreto:

*Fibra de polipropileno.*

Las fibras de polipropileno son un tipo de fibras sintéticas, siendo secciones discretas distribuidas aleatoriamente en el concreto [51].

Permite mejoras en el comportamiento mecánico en estado endurecido del concreto, proporciona un elevado rango de absorción de energía, otorga al concreto la capacidad de puenteo de fisuras, en especial en aberturas grandes [52].



**Fig. 15.** Fibra de polipropileno macrosintética para concreto SikaFiber® Force-48. [53]

*Fibra de acero.*

Son un tipo de fibras metálicas, las cuales tienen una relación de aspecto L/D que comprende desde 20 a 100. Son de acero, por lo general con un contenido bajo de carbón [51]

Este tipo de fibra mejora la capacidad y propiedades de soporte del concreto, y permite un rango diversificado de usos, además aporta ductilidad e incrementando la tenacidad. Entre sus ventajas tenemos: mejora de la resistencia al impacto, fisuración, fatiga, aumenta la ductilidad y absorción de energía de deformación, disminuye la fisuración por retracción, sin afectar los tiempos de fraguado, etc. [54].



**Fig. 16.** Macrofibra de acero para concreto Sika® Fiber CHO 80/60 NB. [51]

### **Bases teóricas.**

#### Módulo de Young.

Partiendo de la premisa que el esfuerzo de tracción viene a ser la razón entre la magnitud de la fuerza externa  $F$  sobre el área con sección transversal  $A$ , teniendo en cuenta que  $A$  es perpendicular al vector fuerza. De otro modo la deformación producto de la tracción es la razón entre el cambio de longitud  $\Delta L$  sobre la longitud inicial [55]. Bajo estos parámetros el módulo de Young o módulo de elasticidad lineal se define como:

$$Y = \frac{\text{esfuerzo de tracción}}{\text{deformación por tracción}} = \frac{F/A}{\Delta L / L}$$

#### Módulo de corte.

Denominado elasticidad de forma, viene a ser la relación entre el esfuerzo de corte definido como la relación entre una fuerza tangencial sobre un área  $A$  de la cara a cortar (fuerza paralela al área de corte) ( $F/A$ ), y la deformación por corte definida como  $\Delta x/h$  siendo  $\Delta x$  la distancia horizontal que se desplaza la cara cortada y  $h$  la altura del elemento [55].



$$S = \frac{F/A}{\Delta x/h}$$

Módulo de Poisson.

El módulo de Poisson es una proporción de la relación entre una expansión lateral sobre el acortamiento longitudinal de un material sometido a cargas de compresión. Respecto del concreto su valor oscila aproximadamente entre 0.11 para concretos de elevada resistencia hasta 0.21 para concretos con bajo grado, siendo el valor promedio estimado de 0.16 [47].

## II. MATERIALES Y MÉTODO.

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

#### Tipo de investigación.

Esta investigación fue de tipo aplicada, pues esta se caracteriza por considerar la practicidad del conocimiento, con el fin de desarrollar un conocimiento técnico con aplicación inmediata para dar solución a una determinada situación. Siendo importante para el investigador los resultados prácticos de su estudio [56].

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo, pues este enfoque aplica un análisis y evaluación de la realidad objetiva a través del establecimiento de medidas y valoraciones numéricas, lo cual permite obtener datos confiables, con el fin de lograr explicaciones generalizadas y contrastadas con un fundamento estadístico [56]. Es así que el éxito de la investigación depende de un buen diseño.

Es por ello que se diseñaron diferentes tipos de mezclas que comprenden: un concreto patrón, con adición de fibras de polipropileno microsintéticas y fibras híbridas: óptimo de fibras de polipropileno más fibras de acero, las cuales fueron sometidas a ensayos físicos al concreto fresco y mecánicos al concreto endurecido, para establecer cuantitativamente el efecto generado por las fibras en cada propiedad del concreto.

### Diseño de investigación.

El diseño de esta investigación fue experimental, pues lo que se buscó es la adición de fibras al concreto con el fin de establecer comparaciones, entre un concreto patrón y fibroreforzado, en base a sus propiedades mecánicas. Pues en si en una investigación experimental exitosa se debe determinar que un cambio producido en la variable dependiente surge a efecto de la manipulación de la variable independiente [57].

Esta investigación fue de nivel cuasi experimental puesto que se dispuso de una muestra control. Fue un diseño de posprueba únicamente y grupos intactos.

CP ----- O1		CP -----O1	
CP+100FPm X O2		CP+FPm+10FA X O2	
CP+300FPm X O3		CP+FPm+20FA X O3	
CP+600FPm X O4		CP+FPm+30FA X O4	
CP+900FPm X O5		CP+FPm+45FA X O5	

Donde:

CP = Grupo control, que consiste en un concreto patrón.

X = Tratamiento del grupo experimental, basado en la incorporación de fibras de polipropileno microsintéticas (FPm) y un óptimo contenido de FPm + macrofibras de acero (FA), en la mezcla de concreto patrón (CP).

O<sub>(N°)</sub> = Observación de resultados del CP y con incorporación de fibras.

En este diseño los grupos se someten a una comparación en la posprueba para evaluar si el tratamiento experimental generó efecto alguno en la variable dependiente (O1 con O2).

## **2.2. Variables, Operacionalización**

### **Variables.**

Variable independiente:

Adición de fibras de polipropileno y acero en el concreto.

Variable dependiente:

Propiedades físico-mecánicas del concreto estructural.

### **Operacionalización**

**Tabla IV.**

Operacionalización de variable independiente.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Adición de fibras de polipropileno y acero en el concreto.</b>	Este tipo de fibras son destinadas a la prevención del fisuramiento del concreto endurecido, si existen fisuras, permite reducir el ancho de estas, así mismo proporciona un adecuado funcionamiento de la estructura fisurada. [58].	El trabajo de esta variable permitió el cumplimiento de los objetivos, por los datos que se obtuvieron.	Dosificación en peso de la fibra de acero.	10 kg/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup> - 30kg/m <sup>3</sup> -45 kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	Las técnicas que se emplearon son los ensayos y pruebas y el registro de datos, donde los instrumentos empleados fueron los equipos de laboratorio y la ficha técnica.	Kg	Variable independiente	Masa
			Dosificación en peso de fibra de polipropileno macrosintética.	100g/m <sup>3</sup> - 300g/m <sup>3</sup> - 600g/m <sup>3</sup> – 900kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>				

**Tabla V.**  
Operacionalización de variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Propiedades físico-mecánicas del concreto estructural.</b>	El concreto tiene un comportamiento o cuasi frágil, con lo cual el nivel de ductilidad por lo general está en función de su resistencia. En concretos con elevada resistencia, la falla depende más de la resistencia del agregado, pues la pasta ofrece mayor resistencia [44].	Los datos aportados por esta variable fueron medibles, estando en función de las adiciones consideradas para el concreto.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	Las técnicas que se emplearon son los ensayos y pruebas y el registro de datos, donde los instrumentos empleados fueron los equipos de laboratorio y la ficha técnica.	%	Variable dependiente	Valores de resistencia.
				Resistencia a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>				
				Resistencia a la tracción	Kg/cm <sup>2</sup>				

## **2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

### **Población de estudio.**

Es un grupo de datos en los cuales se emplea procedimientos para llevar a cabo detalladamente el desarrollo del estudio de todos los elementos sumergidos en la investigación. La población viene a ser parte de un todo o universo donde se extraen aspectos generales y característicos de los elementos puestos en cuestión, dentro de ellos se puede definir en el estudio del fenómeno donde ingresan los individuos los objetos relacionados con las características, atributos y/o variables [59].

La población considerada en esta investigación fueron 540 probetas de concreto, distribuidas entre cilíndricas y prismáticas, para diseños  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de fibras de acero y microfibras de polipropileno en dosificaciones de 10, 20, 30 y  $45 \text{ kg/m}^3$  y 100, 300, 600 y  $900 \text{ g/m}^3$ , respectivamente.

### **Muestra.**

Es la parte significativa de la población a estudiar. Se obtiene a partir de procedimientos los cuales pueden abarcar dos tipos de lineamientos, el muestreo probabilístico y no probabilístico [60].

En la presente investigación la muestra seleccionada se basó en tres tipos de mezclas: un concreto patrón (CP), fibroreforzado con fibras de polipropileno microsintéticas (FPm) y con fibras híbridas (FH): óptimo contenido de FPm + Fibra de acero (FA), con las cuales se fabricaron especímenes de concreto de diseño  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  para ser ensayados a: compresión, flexión y tracción. Siendo empleados 30 especímenes para ensayos de CP, para el concreto con FPm 120 especímenes en total y para el concreto con FH 120, esto para cada una de las resistencias mecánicas de diseño  $f'c$  especificadas, tal como se observa en las Tabla 4, 5 y 6 respectivamente.

**Tabla VI.**

Especímenes de concreto patrón (CP).

<b>Concreto f'c= 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup></b>				
<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Edad de curado (días)</b>	<b>Número de probetas</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
Compresión y módulo de elasticidad	7	3		
	14	3		
	28	4		
Tracción indirecta	7	3		
	14	3	30	60
	28	4		
Flexión	7	3		
	14	3		
	28	4		

**Tabla VII.**

Muestras de concreto con adición de fibra de polipropileno microsintética (FPm).

Concreto $f'c = 210$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ con refuerzo de FPm							
Tipo de mezcla	Dosis de fibra	Tipo de fibra	Edad de curado (días)	Muestras	Sub total	Parcial	Total
100FPm	100 g/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30		
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			
300FPm	300 g/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30		
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			
600FPm	600 g/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30	120	240
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			
900FPm	900 g/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30		
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			



**Tabla VIII.**

Muestras de concreto con incorporación de fibra híbrida (FH): óptimo de FPm + Fibra de acero (FA).

<b>Concreto de <math>f'c = 210</math> y <math>280 \text{ kg/cm}^2</math> con refuerzo de FPm+FA</b>							
<b>Tipo de mezcla</b>	<b>Dosis de FA</b>	<b>Tipo de fibra</b>	<b>Edad de curado (días)</b>	<b>Muestras</b>	<b>Sub total</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
FPm+10FA	10 kg/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30		
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			
Compresión y módulo de elasticidad	7		3				
	14		3				
	28		4				
FPm+20FA	20 kg/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30		
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			
Compresión y módulo de elasticidad	7		3				
	14		3				
	28		4				
FPm+30FA	30 kg/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30	120	240
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			
Compresión y módulo de elasticidad	7		3				
	14		3				
	28		4				
FPm+45FA	45 kg/m <sup>3</sup> de concreto	Compresión y módulo de elasticidad	7	3	30		
			14	3			
			28	4			
		Flexión	7	3			
			14	3			
			28	4			
		Tracción indirecta	7	3			
			14	3			
			28	4			

**Tabla IX.**

Resumen de proporciones de fibra adicionadas a cada mezcla de concreto.

<b>Grupo 1</b>									
	210-CP	100FPm	300FPm	600FPm	900FPm	FPm+10FA	FPm+20FA	FPm+30FA	FPm+45FA
Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210	210	210	210	210
FPm (g/m <sup>3</sup> )	0	100	300	600	900	900	900	900	900
FA (kg/m <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	10	20	30	45

<b>Grupo 2</b>									
	280-CP	100FPm	300FPm	600FPm	900FPm	FPm+10FA	FPm+20FA	FPm+30FA	FPm+45FA
Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	280	280	280	280	280	280	280	280	280
FPm (g/m <sup>3</sup> )	0	100	300	600	900	900	900	900	900
FA (kg/m <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	10	20	30	45

Unidad de análisis

Se compuso de probetas cilíndricas de concreto, de 15 cm de diámetro x 30 cm de altura y de 10 cm de diámetro x 20 cm de altura, así mismos especímenes prismáticos de concreto (vigas) de dimensiones 15 cm x 15 cm x 53 cm de longitud, con  $f'c = 210$  y 280 kg/cm<sup>2</sup>, empleando un refuerzo de FPm y FH: FPm+FA.

### Muestreo

El muestreo se realizó por juicio, puesto que la selección de la muestra se realizó en base al propósito del estudio, con ello considerando las especificaciones normativas respecto al número de especímenes por ensayo, se determinó la muestra total por cada tipo de ensayo aplicado.

### Criterios de selección

El criterio empleado fue por inclusión, ya que se hizo énfasis en las características que tuvieron los especímenes dependiendo el tipo de ensayo, así para compresión y módulos elasticos se emplearon cilíndricos de 6" x 12", en tanto para tracción fueron de 4 " x 8" , mientras que para flexión fueron especímenes prismáticos de 150 x 150x 530 mm.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

## **Técnicas de recolección de datos**

### Ensayos y pruebas

Se aplicaron diferentes ensayos y pruebas al concreto para establecer sus propiedades bajo las condiciones preestablecidas.

### Registro de datos.

Concerniente a los resultados obtenidos de los experimentos aplicados, para posteriormente analizarlos y procesarlos.

## **Instrumentos de recolección de datos.**

### Equipos de laboratorio.

- ❖ Equipos e instrumentos para ensayos de agregados.
- ❖ Máquina para ensayo mecánico de compresión.
- ❖ Equipo para ensayo de flexión.
- ❖ Equipo para ensayo a tracción.

### Ficha técnica.

En la cual se registró los datos obtenidos de cada ensayo realizado.

La validez y confiabilidad de las técnicas e instrumentos empleados, se sustenta en el uso de las NTP y normas establecidas por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés), en relación a los procedimientos y análisis de datos, lo que respalda los procedimientos aplicados para obtener los datos.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos.**

Inicialmente se obtuvieron los componentes a emplear en la elaboración de concreto, tanto: cemento, agregados, agua y las fibras.

## **Ensayos a los agregados**

### **Contenido de humedad.**

Este ensayo se realizó como lo indica la NTP 339.185 y ASTM C566.

**A) Equipos empleados.**

- a) **Balanza.** Con una sensibilidad al 0.1%.
- b) **Horno.** Con temperatura constante de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- c) **Recipiente para la muestra.** Adecuado, para que no se vea afectado por el calor.

**B) Resumen del procedimiento.**

- a) La muestra obtenida fue característica del contenido de humedad natural del punto de abastecimiento considerada. Para definir la cantidad de muestra a ensayar, se procedió inicialmente mediante el cuarteo del material, hasta reducir a la cantidad requerida. La masa de agregado fino considerada en el ensayo fue de 1000 g y para agregado grueso 3000 g.
- d) En seguida se colocó la muestra en el horno para secar hasta una masa constante, es decir que al aplicar calor adicional genere menos del 0.1% de pérdida suplementaria de masa del agregado, según norma.
- e) A continuación, se determinó la masa seca del agregado, luego de ser retirado del horno y dejado enfriar lo suficiente como para ser manipulado.

**C) Cálculos.**

**Contenido de humedad**

$$P = \frac{(W - D)}{D} * 100 \quad (1)$$

**Donde:**

P = Humedad de la muestra, %.

W = Agregado húmedo inicial, masa en g.

D = Muestra seca, muestra en g.

Ver Anexos N° 03 y 04.

 **Granulometría.**

Se aplicó siguiendo lo indicado en la NTP 400.012 y ASTM C136.

Una muestra con masa conocida de agregado, se separó mediante una serie de tamices distribuidos descendientemente desde uno de abertura mayor hasta uno de menos abertura, con el fin de determinar la gradación de las partículas del agregado en estudio.

Las muestras empleadas fueron de 985g y 5000g, para agregado fino y agregado grueso, respectivamente.

#### **A) Equipos.**

**a). Balanzas.** Con una propincuidad de 0.1g, y precisión de 0.1g.

**b). Horno.** Con dimensiones apropiadas y una capacidad de mantener una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**c). Tamices.** Se emplearon los tamices:  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{8}$ " , N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 para el agregado fino. En tanto para el agregado grueso se empleó: 2" ,  $1\frac{1}{2}$ " , 1" ,  $\frac{3}{4}$ " ,  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{8}$ " , N°4. Y en ambos casos se empleó un fondo para retener las partículas que pasen las aberturas del último tamiz.

#### **B) Procedimiento.**

- ❖ Inicialmente se secó la muestra en el horno indicado.
- ❖ Encajar los tamices según su abertura, de manera decreciente desde el primer tamiz hasta el fondo, en el orden descrito anteriormente.
- ❖ Luego se procedió a agregar la muestra en el tamiz superior de manera progresiva, mientras se empezó con el tamizado manual, tratando siempre de evitar la sobrecarga del material sobre el tamiz.
- ❖ Se continuo con el tamizado por un periodo adecuado, de modo que luego de culminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso de muestra retenida en cada uno de los tamices, durante un (1) minuto de tamizado manual.
- ❖ A continuación, se estableció la masa de la muestra retenida en cada uno de los tamices. Para luego verificar que la sumatoria del peso del material posterior al

tamizado, coincida con la masa inicial de la muestra ensayada, o que no exceda en más del 0.3% de está.

- ❖ Así mismo luego se procedió a calcular el % retenido, % acumulado retenido, % acumulado que pasa, módulo de fineza (agregado fino) y determinar el tamaño máximo (TM) y máximo nominal (TMN) (agregado grueso).

### C) Cálculo.

- ❖ Módulo de fineza.

$$\frac{\sum \% \text{ acumulados retenidos en las mallas válidas}}{100} \quad (2)$$

- ❖ El TM del agregado grueso concierne a la malla de menor denominación, por la cual pasa el 100% de la muestra.
- ❖ El TMN del agregado grueso corresponde al tamiz de menor denominación de la serie empleado, donde se produce el primer retenido, siendo este entre 5% y 15%.

Ver Anexos N°1 y 2

### **Peso específico y absorción.**

#### **Agregado fino**

La normativa técnica empleada fue la NTP 400.022 y ASTM C128.

#### **A) Equipos empleados.**

- a) Balanza.** Con una sensibilidad de 0.1g, y precisión de 0.1g ó 0.1% de la masa de la muestra empleada.
- b) Matraz aforado.** Volumen de 500 cm<sup>3</sup>, satisfactorio para una muestra de 500 g.
- c) Molde y barra compactadora.** Molde metálico con forma de tronco cónico y barra compactadora para la aplicación de los ensayos de humedad superficial.
- d) Horno.** Con capacidad de mantenerse entre 110 °C ± 5 °C.

#### **B) Procedimiento (resumen).**

- a)** Se realizó el secado de la muestra en el horno.

- b) Luego de retirada la muestra del horno, se dejó que se enfrié hasta poder ser manipulada, posteriormente se cubrió con agua y se dejó reposar por  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  como lo menciona la norma.
- c) A continuación, se realizó el decantado del exceso de agua, teniendo el debido cuidado para evitar la pérdida de finos, en seguida se extendió la muestra en una superficie plana, y con ayuda mecánica de un secador se logró la condición de muestra saturada superficialmente seca.
- d) En seguida se procedió a realizar la prueba de humedad superficial, colocando el molde cónico en una superficie, en seguida se añadió el agregado fino llenando hasta el máximo nivel del cono y adicionando material por arriba de la parte superior, a continuación, se apisonó el material con 25 golpes mediante la barra compactadora. Se retiró el agregado fino libre en la base y se levantó el molde de manera vertical. Esto se realizó hasta determinar que el estado del material es el de superficie seca, que es cuando existe una caída ligera de la arena moldeada, y no mantiene la forma moldeada (humedad existente en la superficie) o se desprende por completo (exceso en el secado).
- e) A continuación, se introdujo en el matraz aforado o frasco,  $500 \pm 10 \text{ g}$  de muestra SSS, y se llenó agua hasta llegar a la marca de  $500 \text{ cm}^3$  en el frasco (90% de la capacidad según norma), luego se agitó e invirtió el frasco hasta que todas las burbujas de aire sean eliminadas, se ajustó la temperatura del frasco y su contenido a  $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  y se agregó agua hasta llegar a la marca de calibración del frasco. En seguida se determinó la masa del frasco más muestra y agua.
- f) Finalmente se retiró la muestra del frasco y se colocó a secar en el horno hasta una masa constante, luego de ello se dejó enfriar durante  $1 \text{ h} \pm \frac{1}{2} \text{ h}$  y en seguida se determinó la masa.

### **C) Cálculos.**

Símbolos:

A = masa de la muestra seca en el horno, en g

B = masa del matraz aforado (frasco) + agua hasta la marca de calibración, en g.

C = masa de la muestra SSS + masa del frasco + masa del agua.

S = masa de la muestra SSS.

### **Gravedad específica**

$Pe_m$  = peso específico de masa

$$Pe_m = \frac{A}{B + S - C} \quad (3)$$

### **Gravedad específica de la masa SSS.**

$$Pe_{m.sss} = \frac{S}{B + S - C} \quad (4)$$

### **Gravedad específica aparente.**

$$Pe_a = \frac{A}{B + A - C} \quad (5)$$

### **Absorción en %.**

$$A_b = 100 \times \left[ \frac{(S - A)}{A} \right] \quad (6)$$

Ver Anexo N°05.

### **Agregado grueso.**



El ensayo se aplicó siguiendo el procedimiento especificado en la NTP 400.021 y ASTM C127 . (Anexo 5).

**A) Equipos utilizados.**

- a) **Horno.** De iguales características al empleado en los ensayos anteriores.
- b) **Balanza.** Con precisión de 0.05% en cualquier punto.
- c) **Canastilla de alambre.** De 3.35 mm (N°6), con capacidad entre 4 y 7 litros, se consideró agregado de TMN inferior a 37.5 mm (1 ½”).
- d) **Tanque de agua.** Hermético para sumergir la canastilla con la muestra, la cual se suspende mediante un dispositivo desde el centro de la escala de la balanza.
- e) **Tamices.** Tamiz N°4 (4.75mm).

**B) Resumen del procedimiento empleado:**

La muestra empleada fue de 3 kg, que corresponde a un TMN de 3/4”, tal como lo especifica la NTP 400.021 y ASTM C127.

- a) La muestra se obtuvo á través de cuarteo. Se rechazó todo el agregado que pasó el tamiz N°4 (4.75 mm), mediante tamizado en seco; en seguida se realizó el lavado del agregado para desprender cualquier recubrimiento y polvo en la superficie.
- b) En seguida se introdujo el material en agua a temperatura ambiente, por un periodo de 24h ± 4h.
- c) Se extrajo el material del agua y se deslizó sobre una tela absorbente, hasta lograr la eliminación de las partículas visibles de agua, y en el caso de las partículas más grandes se limpió individualmente. Durante el proceso de secado superficial, se trató de evitar la evaporación del agua existente en cada poro del material. A continuación, se determinó la masa de la muestra de agregado en la condición de saturada superficialmente seca.
- d) Inmediatamente después se introdujo la muestra de agregado en la canastilla y se sumergió en el tanque de agua, donde previo a determinar la masa se eliminó el aire

contenido. En seguida se determinó la masa aparente de la muestra dentro del agua a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

- e) Posteriormente la muestra fue secada en el horno hasta una masa constante. Luego de retirado del horno y enfriada, se determinó la masa.

### C) Cálculos.

#### a) Gravedad específica de masa.

$Pe_m$  = peso específico de masa

$$Pe_m = \frac{A}{B - C} \quad (7)$$

Donde:

A = masa del agregado secado, g.

B = masa de la muestra ensayada de superficie saturada seca en aire, g.

C = masa aparente de la muestra saturada dentro del agua, g.

#### b) Gravedad específica de la masa saturada superficialmente seca.

$$Pe_{m.sss} = \frac{B}{B - C} \quad (8)$$

#### c) Gravedad específica aparente.

$$Pe_a = \frac{A}{A - C} \quad (9)$$

#### d) Absorción %.

$$A_b = 100 \times \left[ \frac{(B - A)}{A} \right] \quad (10)$$

Ver Anexo N°06.

### **Peso unitario.**

Los procedimientos empleados para aplicar el ensayo, tanto para agregado grueso y agregado fino, estuvieron de acorde a la NTP.400.017 y ASTM C29.

**A) Equipos empleados.**

- a) **Balanza.** Con sensibilidad dentro de 0.1%, con aproximación al menos al 0.05 kg.
- b) **Varilla compactadora.** De acero con superficie lisa, redondeada con  $\varnothing$  de 16 mm y 600 mm de largo, con ambos extremos redondeados tipo semiesfera.
- c) **Recipiente.** Cilíndrico de acero con asas, completamente hermético, de superficie interna lisa y continua, la capacidad del recipiente que se empleó fue de 0.0137 m<sup>3</sup>.
- d) **Cucharon.** Cucharon metálico de tamaño conveniente, para el llenado del agregado en el recipiente.

**B) Resumen del procedimiento.**

- a) La obtención de la muestra fue mediante cuarteo, donde se realizó la reducción de esta hasta obtener lo requerido, lo cual según norma la cantidad de muestra aproximadamente está comprendida entre 125% - 200% de la cantidad que se requiere para ser llenado el recipiente. La norma establece el secado de la muestra hasta una masa constante en un horno a temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ; no obstante, la otra opción es la consideración del resultado de contenido de humedad del material, previamente definido mediante ensayo, para establecer la masa de la muestra seca, esto último trabajando directamente con agregado en condición natural.
- b) Obtener el peso unitario compactada, supuso primero llenar el recipiente a un tercio de su volumen total, y se compactó mediante la varilla compactadora empleando 25 golpes distribuidos de manera uniforme sobre la superficie. En seguida se añadió la siguiente capa, que representó los 2/3 de su capacidad y se aplicó el mismo proceso de compactación. Por último, el recipiente fue llenado a sobre volumen y nuevamente se compactó como se indicó, y se realizó el nivelado superficial de agregado. A continuación, se estableció la masa de recipiente más contenido, así como también del recipiente vacío.
- c) Obtener el peso unitario suelto, supuso agregar muestra al recipiente a sobre volumen, tratando en todo momento de evitar una segregación de partículas por

tamaño. En seguida se niveló la superficie del material, para posteriormente determinar la masa de recipiente más muestra.

**C) Cálculos.**

a) Densidad de masa del agregado.

$$M = \frac{(G - T)}{V} \tag{11}$$

Donde:

G = Masa, kg.

M = Densidad de la masa del agregado, kg/m<sup>3</sup>.

T = Masa del recipiente, kg.

V = Volumen del recipiente, m<sup>3</sup>.

Ver Anexos N°03 y 04.

**Fibras añadidas al concreto.**

A) Fibra de acero.

**Tabla X.**

Características de la fibra de acero.

<b>FIBRA DE ACERO Sika® Fiber CHO 65/35 NB</b>				
<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Relación L/D</b>	<b>Resistencia a la tracción</b>	<b>Enlongación de rotura</b>
35 mm con extremos conformados	0.54 mm	65	1300 MPa mín.	4% máx.

Nota. Características físicas y mecánicas de la fibra de acero SikaFiber® CHO 65/35 NB, obtenidas de la ficha técnica del producto. De “SikaFiber® CHO 65/35 NB: Fibra de acero pegadas para refuerzo del concreto”, por Sika Perú, S.f (<https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-mineria-tuneleria/fibras-shotcrete/sikafiber-cho-6535nb.html>). [58]

Se empleó la fibra de acero Sika® Fiber CHO 65/35 NB, por sus propiedades físicas y de resistencia mecánica, pues al ser de acero trefilado se homogenizó fácilmente en la mezcla del concreto sin presentar aglomeración de fibras individuales. Asimismo, aportó

mejoras en las características mecánicas del concreto. En la Fig. 17-b se observa la fibra mencionada.

B) Fibra de polipropileno microsintética (FPm).

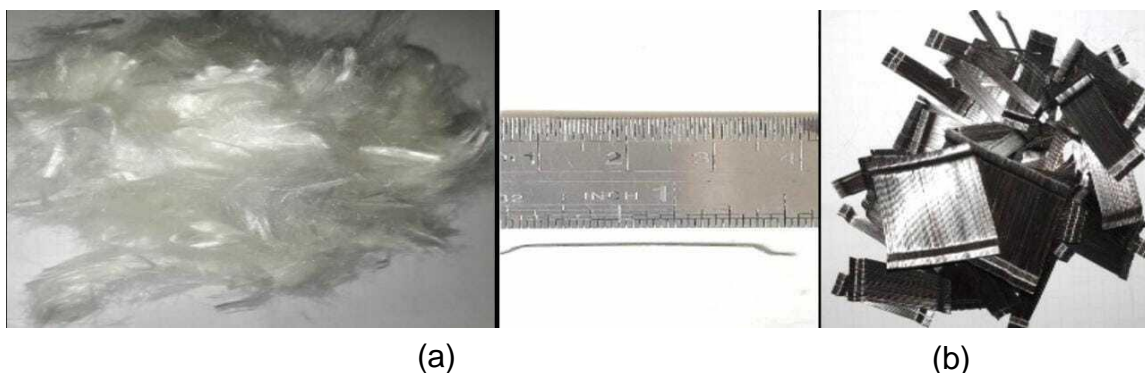
**Tabla XI.**

Propiedades de la fibra de polipropileno microsintética.

<b>MICROFIBRA SINTÉTICA DE POLIPROPILENO SikaFiber® PE</b>				
<b>Longitud</b>	<b>Espesor</b>	<b>Densidad</b>	<b>Absorción</b>	<b>Resistencia a la tracción</b>
20 mm	0.015mm	1.17 g/cm <sup>3</sup>	<2%	468MPa/67PSI

**Nota.** Características físicas y mecánicas de la FPm SikaFiber® PE, de “SikaFiber® PE Fibra acrílica para reforzamiento de hormigón y mortero”, por Sika Perú, S.f (<https://bol.sika.com/dms/getdocument.get/e21d43e2-acef-36d3-aefa-aca496246de8>). [58]

Se empleó la fibra de polipropileno SikaFiber® PE, por sus propiedades físicas y mecánicas, pues esta fibra microsintética de polipropileno se homogenizó de manera fácil en la mezcla del concreto, y mejoró sus propiedades. En la Fig. 17-a se muestra la fibra mencionada.



**Fig. 17.** Fibras de polipropileno microsintéticas y fibras de acero utilizadas.

### **Diseño de mezcla de concreto y elaboración de especímenes.**

Diseño de mezclas.

El diseño de mezcla se aplicó siguiendo lo recomendado por el ACI 211. Se diseñaron concretos con resistencia  $f'c = 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , no se consideró ataque de sulfatos, sin aire

incorporado, el cemento empleado fue Tipo I, el agua empleada fue potable, asentamiento de 4" y las propiedades de los agregados anteriormente ensayados.

En ambos tipos de concreto, los diseños se aplicaron considerando el 50% del factor de seguridad ( $f'_{cr} = f'_c + 42$ ), puesto que en laboratorio se tiene un mayor control de las proporciones de materiales empleados y de cada uno de los procedimientos. Además, que en ensayos previos a la elaboración de especímenes objeto de la presente investigación, empleando una dosificación de mezcla diseñada con el 50% del factor de seguridad, se obtuvieron resultados mayores al  $f'_c$  requerido, por lo cual se adoptó como diseño de mezcla final.

Las fibras se añadieron según las dosificaciones establecidas por volumen de concreto, por ejemplo, 10 kg de FA por  $m^3$  de concreto, calculando así la cantidad requerida para cada tanda de ensayo.

Ver Anexos N°07 y 8.

## **Preparación de mezclas, ensayos al concreto fresco y elaboración de especímenes.**

### **Preparación de mezclas**

Los especímenes fueron elaborados en un área del mismo laboratorio. Previamente se dispuso en el lugar, de la cantidad necesaria de agregados, bolsas de cemento, agua, fibras utilizadas, equipos y herramientas. En todo momento se siguió lo indicado en la NTP 339.183, sobre elaboración de especímenes de concreto en laboratorio.

En total se elaboraron de manera sucesiva tres tipos de mezclas, la primera correspondió a un concreto convencional, con adición de FPM en las dosis de  $100 \text{ g/m}^3$ ,  $300 \text{ g/m}^3$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  y  $900 \text{ g/m}^3$ ; finalmente, conocidos los resultados de ensayos aplicados al concreto con FPM, se procedió a preparar la tercera mezcla, la cual además de contener FPM en un óptimo contenido ( $900 \text{ g/m}^3$ ), se incorporó FA en las dosis de 10, 20, 30 y  $45 \text{ kg/m}^3$ .

Resumen del proceso de mezclado:

- En principio se dispuso de los equipos y herramientas necesarios tanto para la preparación de mezclas, ensayos al concreto fresco y posterior elaboración de especímenes: balanza, baldes, varillas compactadoras, moldes cilíndricos y prismáticos, martillo de goma, plancha, badilejo de metal, cucharas, palana, guantes de goma, tazones metálicos, carretilla, cono de Abrams, dispositivo para medir la temperatura de mezcla, aparato de contenido de aire, recipiente cilíndrico de acero para ensayo de peso unitario y un trompo mezclador de concreto.
- Una vez determinada la tanda de ensayo, se calculó las cantidades requeridas de cada uno de los componentes de la mezcla de concreto. En seguida se dispuso de cada componente en la cantidad necesaria cerca de la máquina mezcladora, como se observa en la Fig.18.



(d) Agregado fino

(c) Agregado grueso

(b) cemento

(a) Agua

**Fig. 18.** Disposición de componentes básicos del concreto en las cantidades requeridas según tanda de ensayo.

- Antes que la mezcladora empiece a rotar se añadió el agregado grueso y una parte del agua, en seguida se puso en funcionamiento el trompo mezclador, luego se introdujo el agregado fino, el cemento y el resto del agua. Cuando se tuvo que añadir las fibras, en el caso de las FPM, se añadió cuando todos los componentes de la mezcla estaban en proceso de mezclado como se observa en la Fig.19-a, y cuando se añadió FA, se realizó inmediatamente después de ser añadido el agregado grueso y parte del agua con la mezcladora en funcionamiento como se aprecia en la Fig.19-

b. Con todos los componentes en el trompo, se mezcló el concreto por 3 min, en seguida 3 min de reposo y luego 2 min de mezclado final. Para suprimir la segregación, se descargó el concreto del trompo en una carretilla, donde se remezcló con una palana y cucharón, hasta ver la mezcla uniforme.



(a) FPm

(b) FA

**Fig. 19.** Incorporación de las fibras de polipropileno (FPm) y fibras de acero (FA) en la mezcla de concreto.

### Ensayos al concreto fresco.

#### A) Revenimiento del concreto (SLUMP).

Para el ensayo para medir el asentamiento de las mezclas de concreto fresco elaboradas, se procedió empleando los procedimientos establecidos en la NTP 339.035 y ASTM C143. Permitiendo determinar la fluidez de la mezcla, importante en la trabajabilidad de esta.

#### Equipos:

- a) **Molde.** Cono de Abrams de dimensiones  $\varnothing = 20$  cm en la base y 10 cm en la parte superior y una altura de 30 cm, es de metal con espesor de 1.5 mm .
- b) **Varilla compactadora.**
- c) **Dispositivo de medida.** Cinta métrica de metal.
- d) **Cucharon.** Para colocar la muestra en el molde.

#### Procedimiento (resumen) :



- a) Se dispuso de una superficie lo suficientemente rígida y plana, no absorbente y humedecida, sobre la cual se colocó el cono de Abrams debidamente humedecido. Se fijó con firmeza el molde en la superficie pisando las aletas que lleva en la parte inferior.
- b) En seguida se procedió a añadir el concreto en el cono, esto se realizó en tres capas, de las cuales cada una correspondía a la tercera parte de su volumen total. Se utilizó el cucharón para añadir la mezcla, vaciando esta, moviendo el cucharón en torno al perímetro del molde, asegurando que el concreto se distribuya con una mínima segregación.
- c) Cada una de las capas se compactó mediante la varilla compactadora empleando 25 golpes, aplicándolos de modo uniforme en toda la capa . En la primera capa la varilla se inclinó un poco y la mitad de los golpes se aplicaron cercanos al perímetro, aproximándose progresivamente en forma de espiral al centro, compactando en todo el espesor de la capa.
- d) En las dos capas superiores se compactó en todo su espesor tratando que la varilla se adentre brevemente en la capa contigua inferior. En la última capa se llenó el cono con exceso, tratando que después del varillado se siga manteniendo el excedente de concreto por encima del borde. Luego se procedió a enrasar girando la varilla compactadora sobre el borde superior del cono, y además se retiró los restos de concretos dispersos alrededor del molde, manteniendo el cono en todo momento firmemente contra la base.
- e) En seguida se procedió a retirar con cuidado el molde, levantándolo verticalmente. El cono se levantó una altura de 300 mm en  $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$ , evitando en todo momento movimientos torsionales o laterales. La norma establece un tiempo de 2.5 min de duración del ensayo, desde el momento en que se empieza a colocar la mezcla hasta retirar el molde, sin interrupción.
- f) Inmediatamente se midió el revenimiento, como se observa en la Fig. 20.



**Fig. 20.** Revenimiento de la mezcla de concreto fresco.

Ver Anexo N°9.

**B) Ensayo de contenido de aire.**

Este ensayo se realizó siguiendo lo especificado en la NTP 339.080 y ASTM C231.

**Equipos:**

- a) **Medidor tipo B.** Conformado por un recipiente y tapa. El recipiente empleado fue de forma cilíndrica y material, acero. La tapa es de acero y con un dispositivo para lectura directa del porcentaje de aire.
- b) **Varilla compactadora.**
- c) **Martillo de goma.**
- d) **Paleta.** De albañilería.
- e) **Barra de corte.** Barra recta y plana de acero.

**Procedimiento (resumen):**

- a) Se procedió a humedecer el recipiente, colocándolo en una superficie llana, y en seguida se agregó el concreto en 3 capas volumétricas aproximadamente iguales, cada capa se consolidó mediante la varilla compactadora empleando 25 golpes. Además, luego de varillar cada capa se golpeó brevemente las caras del recipiente con el martillo de goma, entre 10 a 15 veces, esto para cerrar cualquier vacío y liberar posibles burbujas de aire atrapado. El varillado en la capa inferior se hizo sin tener contacto con el fondo del recipiente, y en las dos capas superiores., con la fuerza

suficiente como para introducir la varilla 1" en la capa protamente inferior. En la última capa se añadió el concreto suficiente, como para sobrepasar ligeramente el borde el recipiente.

- b) A continuación, empleando la barra de corte, se cortó los excedentes de concreto, nivelando la superficie del concreto con los bordes del recipiente.
- c) En seguida se limpió los bordes del recipiente y de la tapa, para poder ensamblarlos y el sistema quede completamente hermético. Se cerró la válvula de aire entre la cámara de aire y el recipiente y se abrieron las dos llaves de purga. Con una jeringa de goma se introdujo agua desde una llave de purga hasta que salga por la otra.
- d) Se cerró la válvula de la cámara de aire, y se empezó a bombear aire hasta lograr que la aguja del dial alcance la línea inicial de presión. A continuación, se cerraron ambas llaves de purga, se abrió la válvula de la cama de aire; se golpeó brevemente las caras del reciente a través del martillo de goma para eliminar cualquier restricción local. Mediante pequeños golpes al dial con los dedos se estabilizó la aguja. Por último, se registró el porcentaje de aire marcado en el dial del manómetro. Referencia Fig.21.



**Fig. 21.** Ensayo para determinar el contenido de aire de la mezcla fresca de concreto.

Ver Anexo N°11.

**C)** Ensayo de peso unitario.

Se procedió mediante lo especificado en la NTP 339.046 y ASTM C138.

**Equipos:**

- a) **Balanza.** Con precisión dentro del 0.3% de la carga empleada en el ensayo o 45 g.
- b) **Varilla de compactación.**
- c) **Recipiente.** Se empleó recipiente cilíndrico de acero, de 0.007 m<sup>3</sup>, o 7 litros, seleccionado para un TMN de agregado grueso de ¾”.
- d) **Plancha de alisado.** Plancha metálica.
- e) **Martillo de goma.**
- f) **Cucharón.**

**Procedimiento (resumen).**

- a) El proceso de consolidación del concreto fue mediante varillado. Se tomó muestra de la mezcla de concreto fresco, para añadir al recipiente se hizo girando la cuchara por el perímetro de este, de manera que se distribuya uniformemente el concreto, evitando la segregación.
- b) Se colocó la muestra en tres capas, donde cada uno representó un 1/3 aproximadamente de la capacidad total del recipiente. La compactación se realizó empleando el mismo procedimiento empleado en el ensayo para medir el contenido de aire. En la capa última, el exceso de muestra respecto al borde superior del receptáculo fue alrededor de 3mm.
- c) En seguida se alisó y se dio una terminación a la superficie del concreto, quedando nivelada con los bordes del recipiente. Luego se procedió a limpiar los restos de concreto adheridos a las paredes externas del receptáculo y a continuación se procedió a establecer la masa del concreto.

**Cálculo.**

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \tag{12}$$

Donde:

D : Densidad (peso unitario).

$M_c$  : Masa del recipiente lleno de concreto.

$M_m$  : Masa del receptáculo.

$V_m$  : Volumen del recipiente.

Ver Anexo N°12.

**D) Determinación de la temperatura de la mezcla de concreto.**

Se procedió según lo especificado en la NTP 339.184 y la ASTM C1064.

**Aparatos:**

- a) **Instrumento para medición de temperatura.** Precisión de  $\pm 0.5$  °C.

**Procedimiento:**

- a) El dispositivo fue introducido en la mezcla fresca de concreto, contenida en un recipiente no absorbente, donde el sensor del aparato para medir la temperatura estuvo sumergido al menos 75 mm (3") en la mezcla. La Fig. 22 muestra en parte el proceso descrito.
- b) El tiempo mínimo que se dejó el dispositivo dentro de la mezcla fue de 2 min, o en alguno de los casos lo suficientemente como para que se estabilice la lectura.
- c) La medición de la temperatura se completó dentro de los 5 min posteriores a la obtención de la mezcla fresca de concreto, tal como lo indica la norma.
- d) Finalmente se registró la temperatura.



**Fig. 22.** Medición de la temperatura de la mezcla de concreto fresco.

Ver Anexo N°10.

#### **Elaboración y curado de especímenes.**

- A) Especímenes cilíndricos para ensayo de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, Ø 6" y altura 12".

La elaboración de los especímenes fue en relación a la NTP 339.183.

#### **Equipos:**

- a) **Moldes.** Se emplearon moldes cilíndricos de plástico, cuyas dimensiones y características cumplían con las especificaciones normativas.
- b) **Varillas de compactación.** Se emplearon varillas largas de Ø 16 mm y longitud 600 mm, con extremos en forma de semiesfera.
- c) **Martillo de goma.**
- d) **Plancha de metal.**
- e) **Guantes de goma.**
- f) **Cucharón.**
- g) **Palanas.**

#### **Procedimiento:**

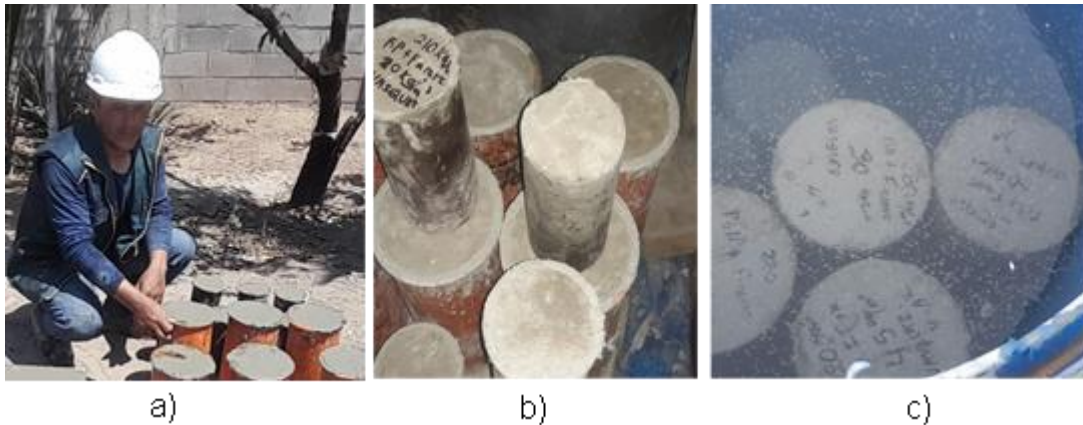
- a) Se colocó la muestra en tres capas, donde cada uno representó un 1/3 aproximadamente de la capacidad total del recipiente. Se compactó cada capa con la

varilla compactadora mediante 25 golpes, distribuidos uniformemente en la sección transversal del recipiente.

- b)** La capa inicial se apisonó en todo su espesor, evitando golpear fuertemente el fondo del receptáculo. Las capas siguientes se apisonaron atravesando todo su espesor además de una ligera penetración en la capa inmediata inferior, equivalente a 25mm (1pulg).
- c)** Después de compactar cada capa, mediante el martillo de goma se golpeó entre 10 a 15 veces el recipiente por sus caras externas, para eliminar cualquier contenido de aire atrapado. En la capa última, el exceso de muestra respecto al borde superior del receptáculo fue inferior de 3mm.
- d)** En seguida se procedió a enrasar y darle acabado a la superficie de concreto, para ello se empleó una plancha metálica. La Fig. 23-a hace muestra lo descrito.

#### **Curado de especímenes:**

- a)** El descimbrado de las probetas de concreto se realizó pasadas las 24 h  $\pm$  8h luego del vaciado. La Fig. 23-b hace referencia a lo mencionado.
- b)** En seguida se procedió a colocar una identificación a cada muestra de concreto endurecido, según el tipo de mezcla del que están conformados.
- c)** Luego se colocaron los especímenes en cilindros con agua potable, lo suficientemente herméticos, manteniendo una temperatura del agua de 23 °C  $\pm$  2 °C. La Fig. 23-c hace referencia a lo descrito.
- d)** Los especímenes se fueron retirando del curado, a medida que se fue realizando los ensayos, 7, 14 y 28 días. Para cada tipo de mezcla se elaboraron 3 especímenes para ensayo a los 7 días, 3 para 14 días y 4 para 28 días.



**Fig. 23.** Elaboración y curado de especímenes para ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

Ver Anexos N° 13 – 30 y 67 – 84.

B) Especímenes cilíndricos para ensayo de resistencia a la tracción,  $\varnothing$  4" y altura 8".

Se procedió de manera similar que en muestras para ensayo de compresión.

**Equipos:**

- a) **Moldes.** Se emplearon moldes cilíndricos de plástico, cuyas dimensiones y características cumplían con las especificaciones normativas.
- b) **Varillas de compactación.** Se emplearon varillas cortas de  $\varnothing$  10 mm y longitud 300 mm, con extremos en forma de semiesfera.
- c) **Martillo de goma.**
- d) **Plancha de metal.**
- e) **Guantes de goma.**
- f) **Cucharon.**
- g) **Palanas.**

**Procedimiento:**

- a) Se colocó la muestra en dos capas, donde cada una representó la mitad aproximadamente de la capacidad total del recipiente. Se compactó cada una de las capas con la varilla compactadora a través de 25 golpes, distribuidos uniformemente en la sección transversal del recipiente.



- b)** La capa inicial se apisonó en todo su espesor, evitando golpear fuertemente el fondo del receptáculo. Las capas siguientes se apisonaron atravesando todo su espesor además de una ligera penetración en la capa inmediata inferior, equivalente a 25mm (1pulg).
- c)** Después de compactar cada capa, mediante el martillo de goma se golpeó entre 10 a 15 veces el recipiente por sus caras externas, para eliminar cualquier contenido de aire atrapado. En la capa última, el exceso de muestra respecto al borde superior del receptáculo fue inferior de 3mm.
- d)** En seguida se procedió a enrasar y darle acabado a la superficie de concreto, para ello se empleó una plancha metálica.

#### **Curado de especímenes:**

Se realizó con un procedimiento igual a lo especificado en especímenes para ensayo de compresión.

Ver Anexos N° 49 – 66.

C) Especímenes prismáticos rectangulares (vigas) para ensayo de resistencia a la flexión.

Se elaboraron muestras de dimensiones 150 x 150 x 530 mm, se procedió según norma en su elaboración y curado. Las herramientas empleadas fueron los mismos que en la elaboración de los especímenes cilíndricos. Los moldes empleados fueron de forma prismática rectangular, en forma de vigas, cuyas dimensiones internas fueron de 150 x 150 x 530 mm.

#### **Proceso:**

- a) Con la palana se fue colocando la mezcla de concreto fresco en el molde, distribuyendo uniformemente la muestra alrededor del perímetro de este, evitando la segregación de la mezcla.
- b) El proceso de consolidación, estuvo conformada por dos capas de proporciones volumétricas similares. Cada capa se compactó con 1 golpe/14 cm<sup>2</sup> de superficie, aproximadamente 57 golpes con la varilla compactadora, distribuidos uniformemente.
- c) La capa inicial se apisonó en todo su espesor, evitando golpear fuertemente el fondo del receptáculo. Las capas siguientes se apisonaron atravesando todo su espesor además de una ligera penetración en la capa inmediata inferior, equivalente a 25mm (1pulg).
- d) Después de compactar, mediante el martillo de goma se golpeó entre 10 a 15 veces el recipiente por sus caras externas, para eliminar cualquier existencia de aire atrapado. En la capa última, el exceso de muestra respecto al borde superior del receptáculo fue inferior de 3mm.
- e) En seguida se procedió a enrasar la superficie, para ello se empleó una plancha metálica. La Fig. 24 muestra lo descrito.

**Curado de especímenes:**

Se realizó con un procedimiento igual a lo especificado en muestras para ensayo de compresión.



a). Elaboración

b). Enrazado

c). Descimbrado.

d). Curado.

**Fig. 24.** Elaboración y curado de especímenes prismáticos (vigas) para ensayo de flexión.

Ver Anexos N° 31 – 48.

### Ensayos al concreto endurecido.

A). Resistencia a la compresión y módulo de elasticidad.

Se realizó mediante los procedimientos indicados en la NTP 339.034 y la ASTM C39. Se aplicaron ensayos en tres edades de curado, 7, 14 y 28 días, para cada tipo de espécimen.

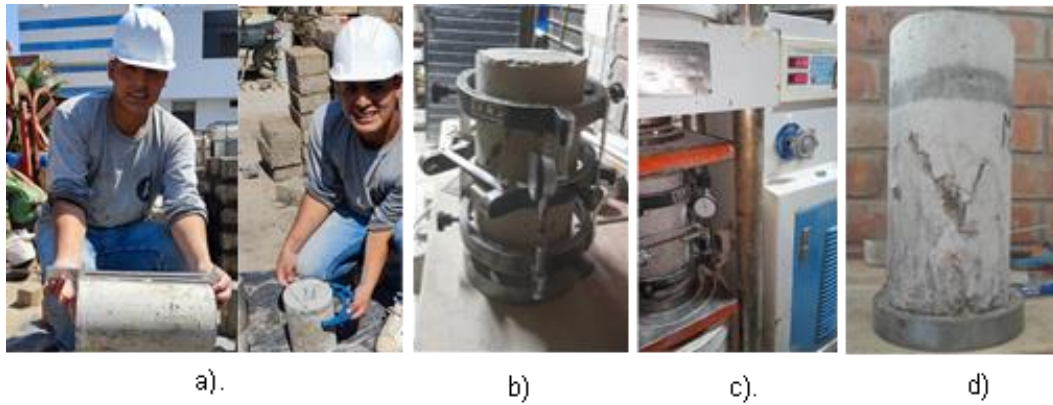
Los ensayos de módulo de elasticidad se aplicaron siguiendo las especificaciones de la ASTM C469. Este ensayo se aplicó junto con el de resistencia a la compresión, para ello se colocó un compresómetro – extensómetro con un manómetro digital en la probeta a ser ensayada, para medir la deformación axial y transversal de las probetas cilíndricas durante la prueba de compresión, con lo cual se calculó posteriormente el módulo de elasticidad.

### Equipos:

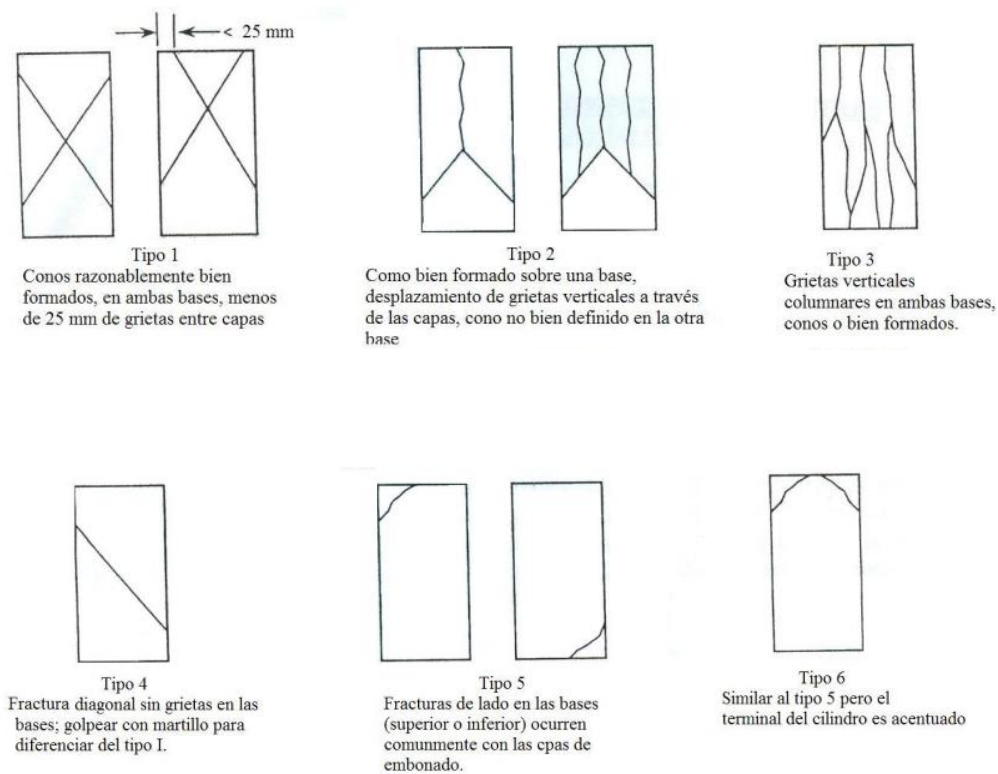
- a) **Compresora hidráulica.** Máquina que cumple debidamente con lo especificado en la norma técnica.
- b) **Vernier.** Para determinar la altura del espécimen
- c) **Micrómetro.** Para medir el  $\varnothing$  de los especímenes.

### Procedimiento.

- a) Luego de retirar las probetas del recipiente de curado, se procedió a tomar sus medidas tanto de altura y diámetro, como se observa en la Fig. 25-a.
- b) Luego de ello se procedió a colocar los anillos de retención junto con las almohadillas, primero el inferior, en seguida se colocó el compresómetro – extensómetro en la probeta, y posteriormente el anillo y almohadilla superior, como se muestra en la Fig. 25-b.
- c) Se procedió a colocar la probeta en la máquina compresora, verificando la alineación vertical, que no exista una inclinación que supere los  $0.5^\circ$ . Se aplicó carga para luego verificar la alineación de la probeta, esto previo a alcanzar un 10% de la resistencia anticipada de la probeta. La Fig. 25-c evidencia lo descrito.
- d) A continuación, se retiraron los pernos de ajuste del compresómetro -extensómetro, y se estabilizó la aguja del dial del manómetro colocándolo en 0.
- e) En seguida se continuó aplicando carga, considerando una velocidad de esfuerzo de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s. La norma técnica establece que, durante la primera mitad de la fase de carga anticipada, es permisible una alta velocidad de carga; sin embargo, su aplicación será de manera controlada, para que la probeta no este sometida a cargas de impacto.
- f) La carga fue aplicada hasta que la probeta mostró un patrón definido de fractura, cualquiera de la Fig. 26, además cuando el indicador en la pantalla de la máquina mostró una disminución constante de la carga, siendo el cierre de la compresora cuando la carga haya disminuido por debajo del 95% de la carga máxima lograda. Fig. 25-d, falla del espécimen. Luego se procedió a registrar la máxima carga.
- g) Para el módulo elástico se hizo un registro de video que enfocaba el dial del manómetro y el indicador de carga de la máquina. Esto para en el cálculo considerar 14 estaciones de carga y la deformación marcada en el dial para cada una.



**Fig. 25.** Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de concreto.



**Fig. 26.** Tipos de falla de los especímenes de concreto definidos en la NTP 339.034.

### Cálculos:

a) Resistencia a la compresión.

$$f'c = \frac{W}{A} \quad (13)$$

Donde:

W : Carga máxima soportada por el espécimen.

A : Área promedio de la sección transversal de la probeta.

b) Módulo de elasticidad.

El cálculo del módulo empleando los resultados de laboratorio, se aplicó mediante la ecuación

14:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0.000050} \quad (14)$$

Donde:

$S_2$  = esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última;  $S_1$  = esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal,  $\varepsilon_1$ , de 50 millonésimas y  $\varepsilon_2$  = deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo  $S_2$ .

B). Resistencia a la tracción por compresión diametral.

Se desarrolló siguiendo lo indicado en la NTP 339.084 y ASTM C496.

**Equipos:**

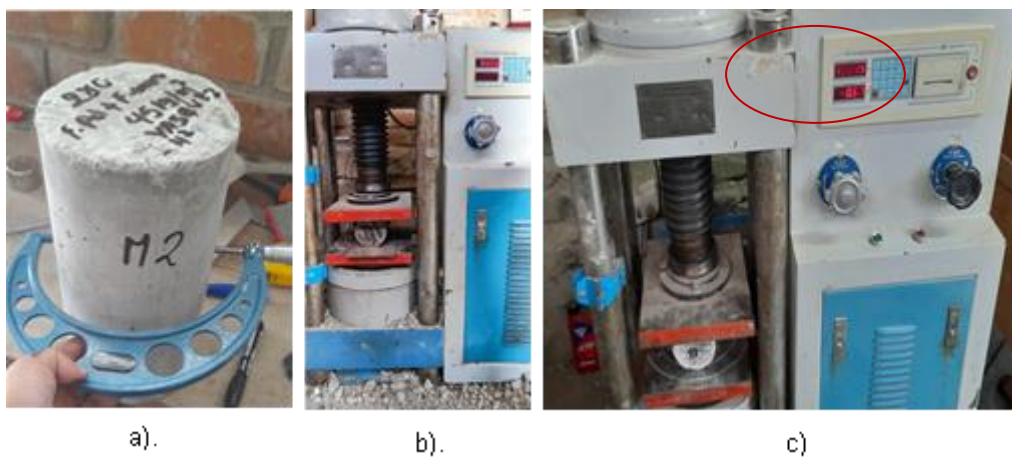
- a) **Compresora hidráulica.** Máquina que cumple debidamente con lo especificado en la norma técnica.
- b) **Platina de apoyo suplementaria.**
- c) **Vernier.** Para tomar medidas de altura de la probeta.
- d) **Micrómetro.** Para medir el diámetro de los especímenes.

**Procedimiento.**

- a) Una vez retirado los especímenes del recipiente de curado, se dejó secar a temperatura ambiente, en seguida se midieron las dimensiones del espécimen, tanto altura como diámetro, empleando el vernier y el micrómetro, respectivamente. Fig. 27-a

- b) A continuación, se procedió a colocar el espécimen en la compresora hidráulica, previamente colocando la platina de apoyo, como se observa en la Fig. 27-b.
- c) Se ajustó el espécimen, debidamente alineado, y se empezó con el ensayo. La velocidad de carga estuvo en un rango de 0.7 MPa/min a 1.4 MPa/min, de manera continua, evitando impactos. Luego de la falla del espécimen se procedió a registrar la lectura de máxima carga, marcada en la pantalla digital de la máquina de ensayo.

Fig. 27-c



**Fig. 27.** Ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.

**Cálculo:**

El cálculo de la resistencia a la tracción se realizó mediante la Ecuación 15:

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \tag{15}$$

**Donde:**

T = resistencia a la tracción indirecta, en MPa; P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, en N; l = longitud de la probeta, en mm; y d = diámetro en mm.

C). Resistencia a la flexión.

El ensayo para determinar el módulo de rotura se aplicó a las muestras de concreto endurecido considerando la NTP 339.078 y ASTM C78.

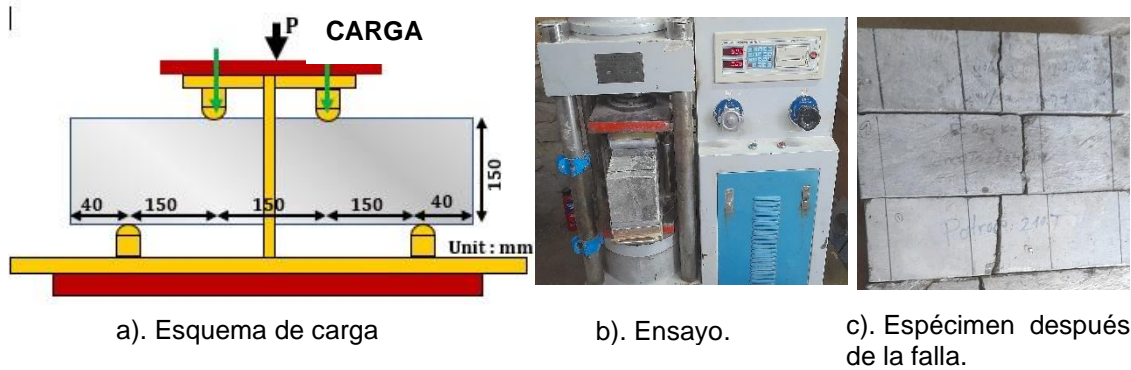
**Equipos:**

- a) **Máquina compresora hidráulica.**
- b) **Equipo para pruebas de flexión.**
- c) **Regla graduada.**
- d) **Cinta métrica de metal.**

**Procedimiento:**

- a) Se retiró los especímenes del recipiente de curado y se dejó secar, en seguida se procedió a determinar los tercios del claro, delimitándolos con un marcador indeleble, así mismo se registró las dimensiones de la probeta a ser ensayada.
- b) A continuación, se procedió a colocar la probeta en la máquina, con la configuración como se observa en la Fig. 28-a. Se ajusto el espécimen y se empezó con el ensayo, Fig. 28-b.
- c) La velocidad de carga osciló entre 0.9 MPa/min y 1.2 MPa/min, a una velocidad constante, hasta que la viga falle bajo la carga aplicada. En seguida se registró la máxima carga, indicada en la pantalla digital de la máquina de ensayo. Fig. 28-c
- d) Posterior a la rotura de la viga, se identifica donde se produjo la falla, si en el tercio medio o fuera de este, si es este último es el caso, se toma la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más próximo.





**Fig. 28.** Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.

### Cálculos:

El cálculo de la resistencia a la flexión o módulo de ruptura ( $M_r$ ) se aplicó mediante las ecuaciones 16 y 17, donde la ecuación 16 se aplica cuando la falla se produce en el tercio medio de la viga ensayada, mientras que la ecuación 17 se aplica cuando la falla se produce fuera del tercio central.

$$M_r = \frac{PL}{bh^2} \quad (16)$$

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2} \quad (17)$$

### Donde:

$M_r$  : es el módulo de rotura, en MPa.

$P$  : es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.

$L$  : es la luz libre entre apoyos, en mm.

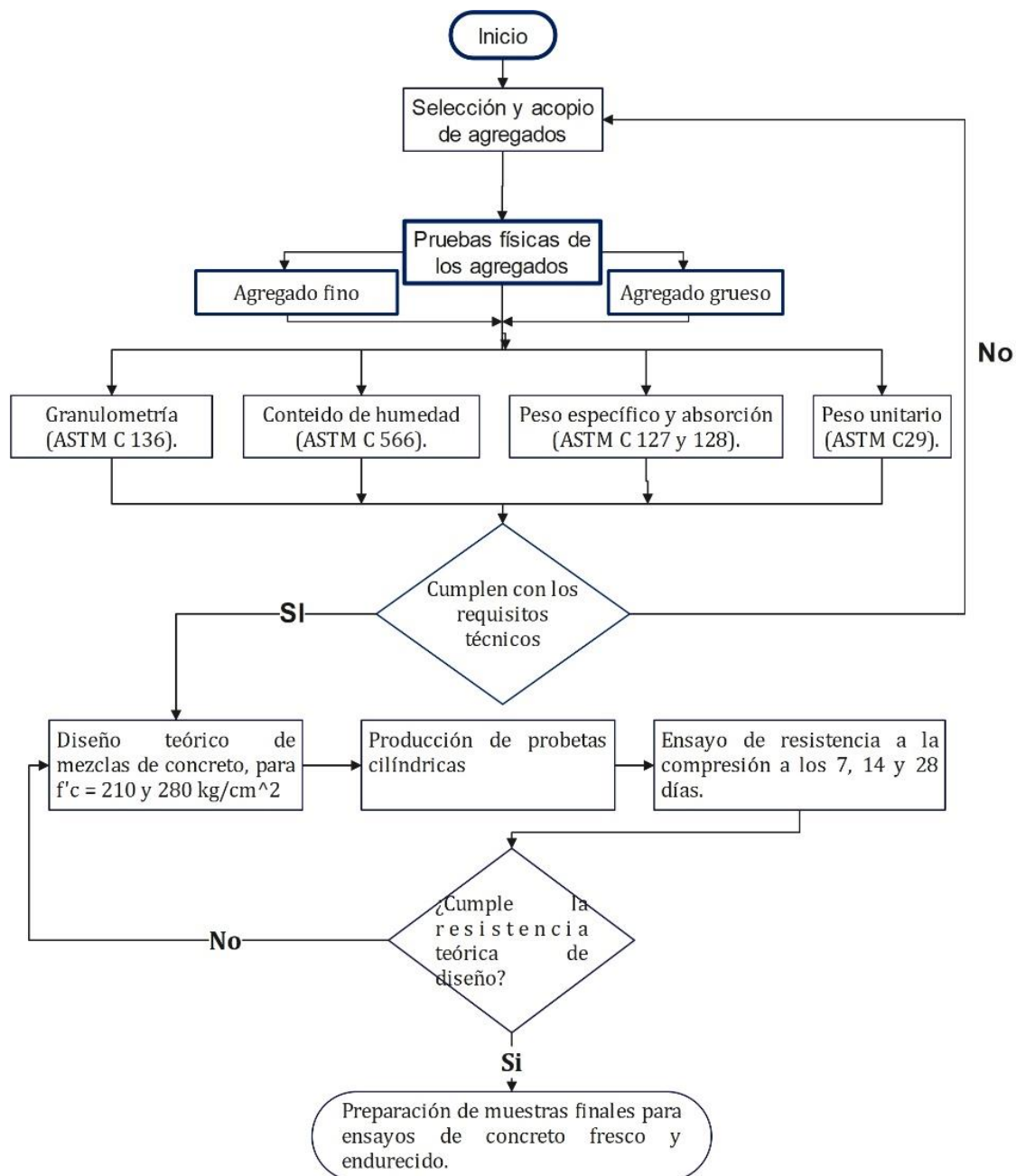
$b$  : es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

$h$  : es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

$a$  : es la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga, en mm.

## Diagrama de flujo.

En los siguientes diagramas se presenta de manera esquemática los procesos utilizados desde el acopio de materiales, hasta el análisis de resultados.



**Fig. 29.** Proceso de análisis a los agregados.

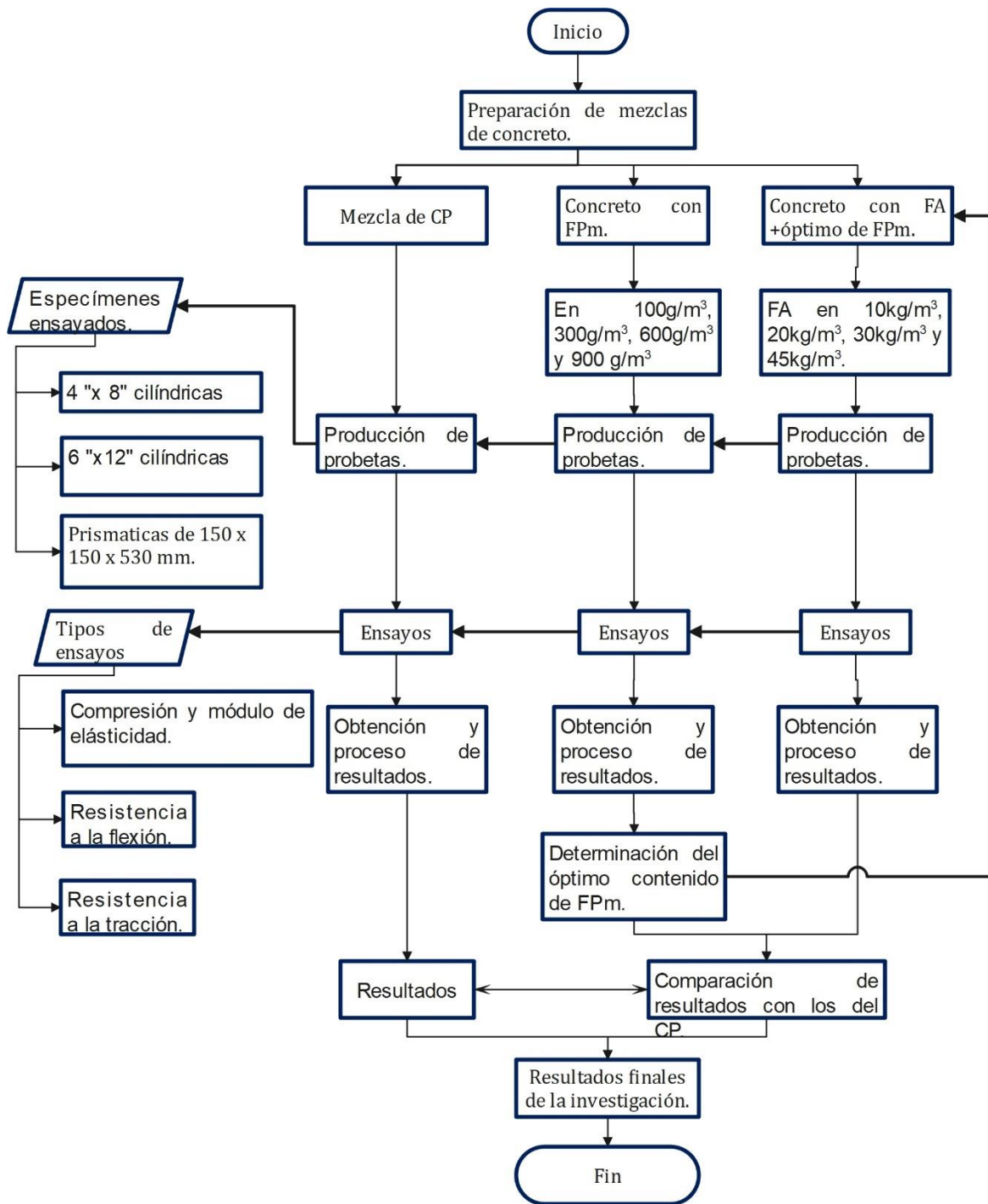


Fig. 30. Procedimiento de elaboración, ensayo y obtención de resultados finales.

## **2.6. Criterios éticos.**

Dentro del ámbito investigativo, está la inmersión en el cumplimiento de carácter obligatorio de los principios éticos para el desarrollo de la investigación, establecidos por la Universidad Señor de Sipán; buscando respetar los derechos de autoría, citando y referenciando como corresponde teniendo en cuenta las normas APA, evitando del plagio en todas sus expresiones; así mismo cumplir con el rigor científico que la investigación desarrollada amerita.

En lo referente a la parte técnica, el desarrollo de esta investigación contempló, la consideración de las normativas técnicas (NTP o ASTM) para los diferentes procesos experimentales, sin esquivar u obviar proceso o determinación alguna. Con el fin de garantizar con responsabilidad la objetividad de la investigación.

El código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú precisa que la ética profesional se conforma por normas y valores que permiten mejorar el desarrollo de cada una de las actividades profesionales [61].

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 3.1. Resultados

##### Propiedades físicas de los agregados empleados.

El agregado fino empleado en esta investigación fue de procedencia de la cantera La Victoria, ubicada en el km 4 carretera a Chongoyape, caserío Las Canteras, Pátapo, Chiclayo, Lambayeque, como se aprecia en la Fig. 31.



**Fig. 31.** Geolocalización de la cantera La Victoria, mediante Google Earth .

El agregado grueso empleado fue procedente de la Cantera Pacherez, ubicada en el Centro Poblado de Pacherez, distrito de Pucalá, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, como se muestra en la Fig. 32. El agregado seleccionado fue de  $\frac{3}{4}$ ".



**Fig. 32.** Geolocalización de la cantera Pacherrez a través de Google Earth.

A). Contenido de humedad.

Para la obtención de los resultados se procedió según lo estipulado en la NTP 339.185 y ASTM C566. Obteniendo 0.4% y 1.52% de humedad natural para agregado grueso y fino, respectivamente. (Anexo 1).

B). Granulometría.

Agregado fino.

La muestra empleada fue de 985g, en la Tabla XII se expresan los resultados obtenidos del ensayo de granulometría por tamizado; en tanto en la Fig. 33 se observa la curva granulométrica del agregado en estudio, misma que está comprendida entre la curva de límite superior e inferior, con valores porcentuales establecidos en las normas antes mencionadas. (ANEXO 2)

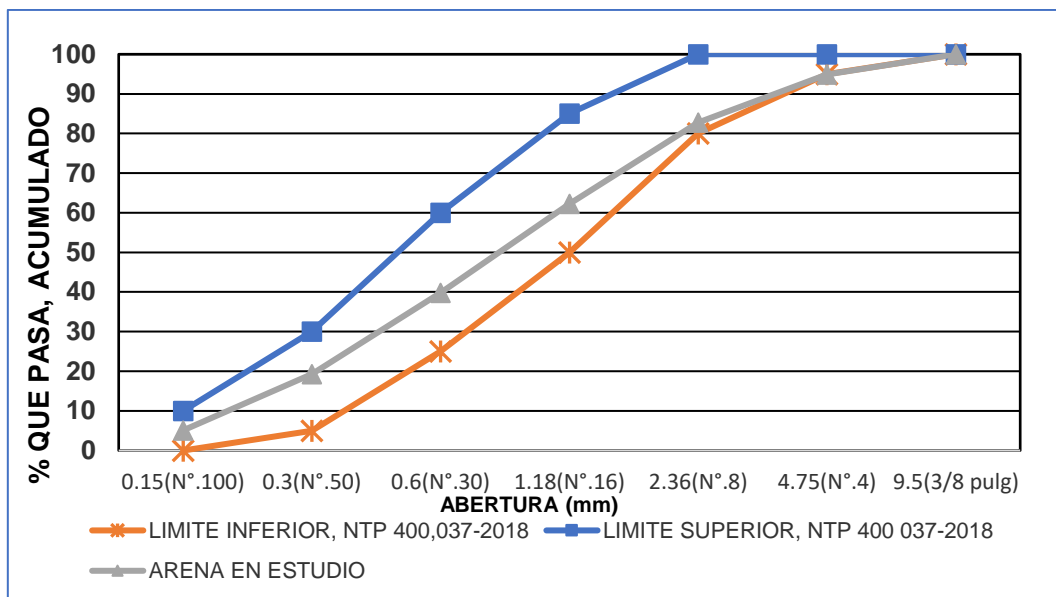
**Tabla XII.**

Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.

Malla	Peso	%	% Acumulado	% Acumulado	
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
1/2"	12.700	<b>0.00</b>	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	<b>0.00</b>	0.0	0.0	100.0
Nº 004	4.750	<b>50.00</b>	5.1	5.1	94.9
Nº 008	2.360	<b>120.00</b>	12.2	17.3	82.7
Nº 016	1.180	<b>202.00</b>	20.5	37.8	62.2
Nº 030	0.600	<b>221.00</b>	22.4	60.2	39.8
Nº 050	0.300	<b>202.00</b>	20.5	80.7	19.3
Nº 100	0.150	<b>140.00</b>	14.2	94.9	5.1
<b>FONDO</b>		<b>50.00</b>	5.1	100.0	0.0

Módulo de fineza = 2.959

Abertura de malla de referencia = 4.75 mm



**Fig. 33.** Curva granulométrica del agregado fino en estudio, y límites establecidos en la NTP 400.037 y ASTM C33.

Del análisis granulométrico se determinó que el Mf del agregado fino es de 2.959, mismo que se encuentra dentro de lo permitido por la NTP 400.037 según la cual en su artículo 5.2 indica que el módulo de fineza no debe estar por debajo de 2.3 ni superar 3.1.

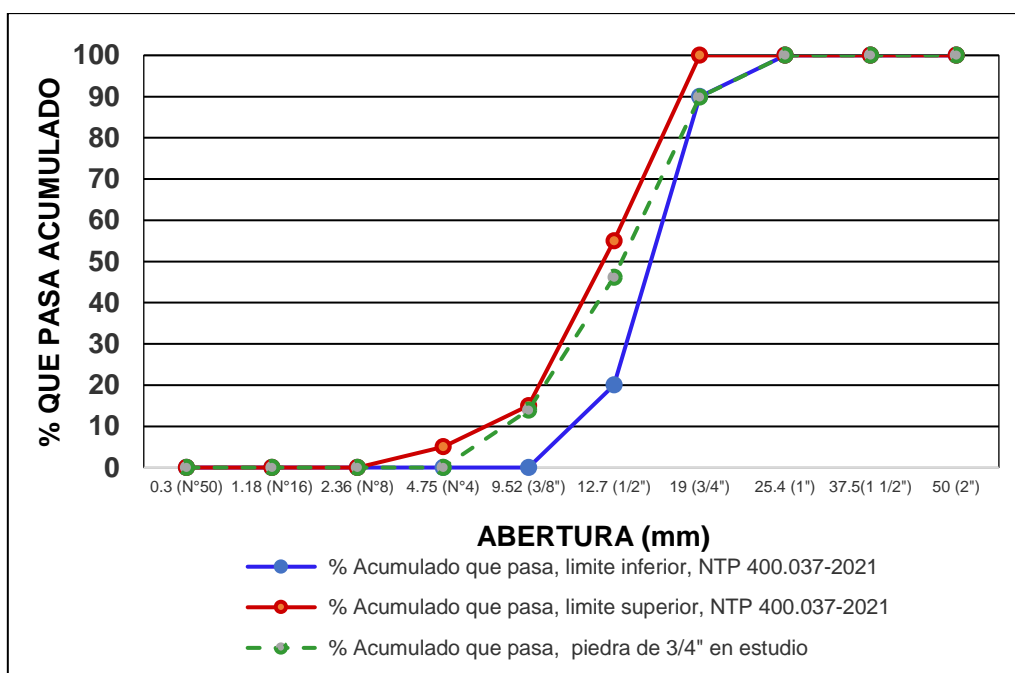
Agregado grueso.

Se empleó una muestra de 5000 g, en la Tabla XIII se expresan los resultados. Así mismo en la Fig. 34 se observa la curva granulométrica, que es la gradación del agregado, y los límites establecidos según norma. (ANEXO 3)

**Tabla XIII.**

Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.

Malla	Peso	%	%	%	
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Acumulado	
				Retenido	
				Que pasa	
2"	50.000	<b>0.00</b>	0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	<b>0.00</b>	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	<b>0.00</b>	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	506	10.1	10.1	89.9
1/2"	12.700	2186	43.7	53.8	46.2
3/8"	9.520	1613	32.3	86.1	13.9
Nº 004	4.750	695	13.9	100.0	0.0
<b>FONDO</b>		0	0.0	100.0	0.0
		0	Tamaño Máximo =	<b>1"</b>	
			Tamaño Máximo		
			Nominal =	<b>3/4"</b>	





**Fig. 34.** Curva granulométrica del agregado grueso de TMN 3/4" y límites según NTP 400.037, tamaño n°57: (1" a N°4).

C). Peso unitario de los agregados

En la Tabla XIV se observan resultados para ambos agregados. (ANEXO 6) (ANEXO 7).

**Tabla XIV.**

Resultados del ensayo de peso unitario para agregado fino y grueso.

<b>PESO UNITARIO</b>		
	<b>Peso unitario suelto seco (promedio) en kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Peso unitario compactado seco (promedio) en kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Agregado fino</b>	1562.58	1766.29
<b>Agregado grueso</b>	1417.66	1587.30

D). Peso específico de los agregados.

Los resultados se muestran en la Tabla 15. (Anexo 4) (Anexo 5).

**Tabla XV.**

Resultados del ensayo de peso específico y absorción para agregado fino y grueso.

<b>Peso específico y absorción</b>				
	<b>Peso específico de la masa (g/cm<sup>3</sup>).</b>	<b>Peso específico de la masa saturada superficialmente seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso específico aparente (g/cm<sup>3</sup>).</b>	<b>% de absorción.</b>
<b>Agregado fino</b>	2.35	2.41	1.10	2.59
<b>Agregado grueso</b>	2.71	2.75	2.81	1.31

## Resultados del diseño de mezcla de los concretos patrones.

**Tabla XVI.**

Resumen de diseño de mezcla de concreto patrón,  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .

<b>MATERIALES EMPLEADOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				
<b>TIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Cemento	367 kg/m <sup>3</sup>	Tipo I - QUNA.		
Agua	245 Lts.	Potable de la zona.		
Agregado fino	810 kg/m <sup>3</sup>	Arena Gruesa - Cantera La Victoria - Patapo		
Agregado grueso	970 kg/m <sup>3</sup>	Piedra Chancada - Cantera Pacherres - Pacherres		
<b>PROPORCIÓN EN PESO (DOSIFICACIÓN) (kg)</b>				
Cemento	Arena	Piedra	Agua	R a/c
1	2.20	2.64	28.36 Lts/pie <sup>3</sup>	0.667
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN (DOSIFICACIÓN)(pie<sup>3</sup>)</b>				
Cemento	Arena	Piedra	Agua	R a/c
1	2.12	2.80	28.36 Lts/pie <sup>3</sup>	0.667

**Tabla XVII.**

Resumen de diseño de mezcla de concreto patrón,  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ .

<b>MATERIALES EMPLEADOS POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO</b>				
<b>TIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>		<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Cemento	428 kg/m <sup>3</sup>	Tipo I - QUNA.		
Agua	239 Lts.	Potable de la zona.		
Agregado fino	659 kg/m <sup>3</sup>	Arena Gruesa - Cantera La Victoria - Patapo		
Agregado grueso	919 kg/m <sup>3</sup>	Piedra Chancada - Cantera Pacherres - Pacherres		
<b>PROPORCIÓN EN PESO (DOSIFICACIÓN) (kg)</b>				
Cemento	Arena	Piedra	Agua	R a/c
1	1.54	2.15	23.78 Lts/pie <sup>3</sup>	0.560
<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN (DOSIFICACIÓN)(pie<sup>3</sup>)</b>				
Cemento	Arena	Piedra	Agua	R a/c
1	1.48	2.28	23.8	0.560

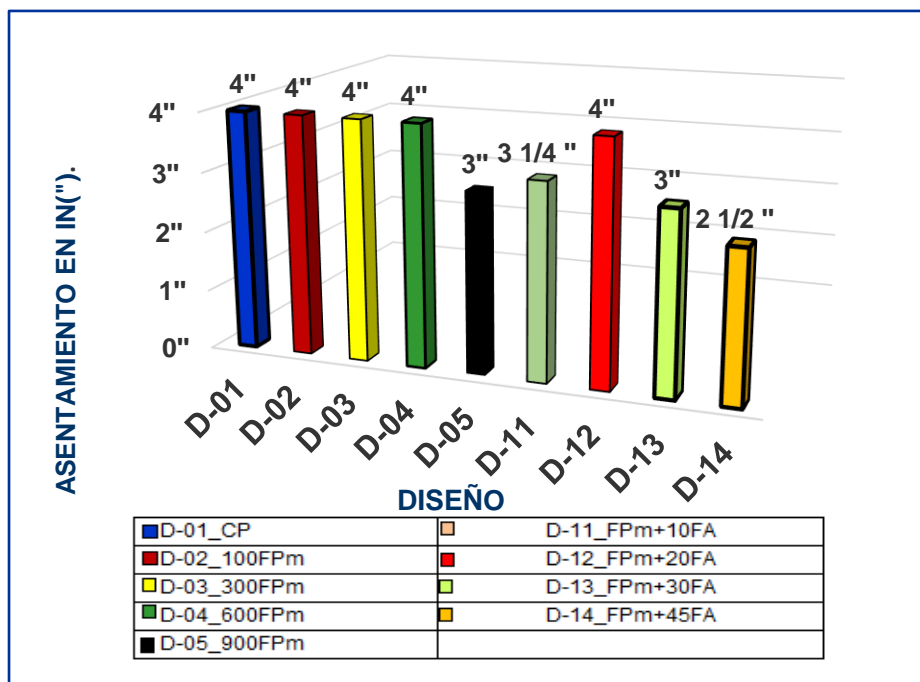
En la Tabla XVI y XVII, se observa la cantidad de materiales empleados por m<sup>3</sup> de concreto tanto para el diseño  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$  y  $280\text{ kg/cm}^2$ , así como la dosificación en peso y en volumen para cada diseño. Siendo la relación a/c de 0.667 y 0.56 para el diseño  $f'c = 210$  y  $280\text{ kg/cm}^2$ , respectivamente.

Ver Anexos N°09 y 10.

## Resultados de los ensayos al concreto en estado fresco.

### A). Revenimiento de la mezcla.

En la Fig. 35 se evidencian los resultados del revenimiento (asentamiento) de la mezcla de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , obtenidos mediante el procedimiento establecido en la NTP 339.035:2022, tanto del concreto patrón (CP), con adición de FPM y con incorporación de un óptimo de FPM más FA.

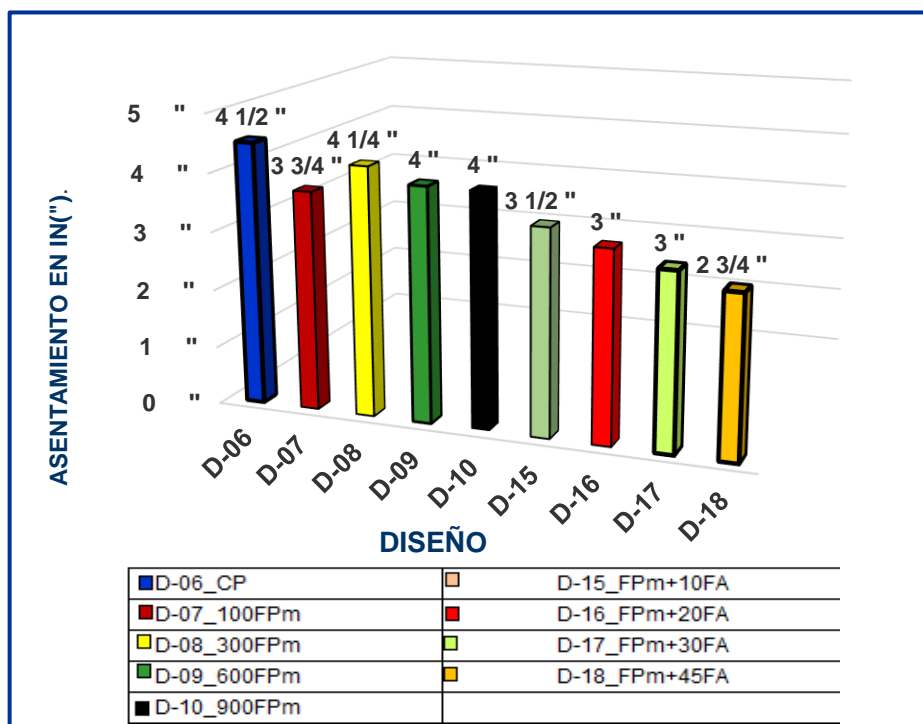


**Fig. 35.** Asentamiento (Slump) del concreto de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

En base a lo que se observa en la Fig. 35, el asentamiento obtenido en la mezcla del CP alcanzó 4", siendo este resultado constante para los diseños con adición de FPM en las dosificaciones de  $100 \text{ g/m}^3$ ,  $300 \text{ g/m}^3$  y  $600 \text{ g/m}^3$ , surgiendo una reducción a 3" en la mezcla con  $900 \text{ g/m}^3$  de FPM; manteniéndose dentro de los parámetros de consistencia de la mezcla con los que se diseñó el CP (3" - 4"), esto debido a la baja absorción que posee la FPM, siendo esta  $<2\%$ , y a la cantidad del volumen total que representa cada dosis añadida. Así mismo, para las mezclas con adición de un óptimo de FPM en la dosis de  $900 \text{ g/m}^3$  y FA en las dosificaciones de  $10 \text{ kg/m}^3$ ,  $20 \text{ kg/m}^3$ ,  $30 \text{ kg/m}^3$  y  $45 \text{ kg/m}^3$ , se puede observar una variación en el revenimiento, alcanzando las  $3 \frac{1}{4}$ " en la mezcla con  $10 \text{ kg/m}^3$ , luego cuando

la dosis de FA es 20 kg/m<sup>3</sup> el asentamiento alcanza nuevamente las 4"; sin embargo a partir de la mezcla con 30 kg/m<sup>3</sup> la trabajabilidad empieza a reducirse a medida que se incrementa el contenido de FA, llegando a 2 ½" de asentamiento cuando la dosis de FA es 45 kg/m<sup>3</sup>.

Los resultados de revenimiento del CP, con adición de FPm y con incorporación de un óptimo de FPm más FA , para el diseño f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup> se muestran en la Fig. 36.

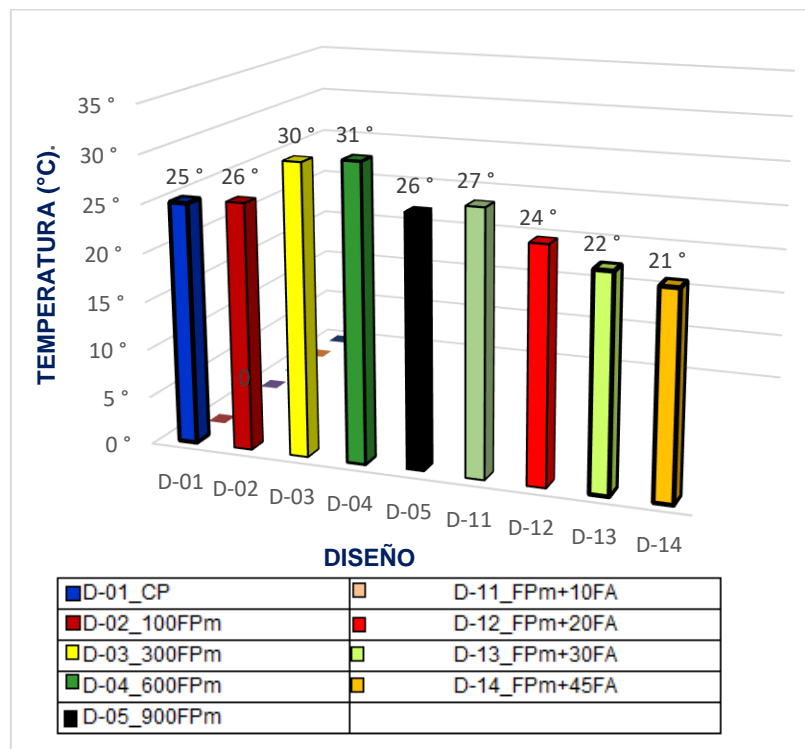


**Fig. 36.** Asentamiento (Slump) del concreto de diseño f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el diseño de f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>, se observa un leve decrecimiento en los resultados obtenidos del asentamiento para las mezclas con incorporación de FPm, respecto del CP, siendo 4" el asentamiento para la mezcla con 900 g/m<sup>3</sup> de FPm. Así mismo para las mezclas que contienen el óptimo de FPm (900 g/m<sup>3</sup>) más FA, también se observa un decrecimiento en el revenimiento a medida que se incrementa el contenido de fibra, siendo 2 ¾" para la mezcla con 45kg/m<sup>3</sup> de FA.

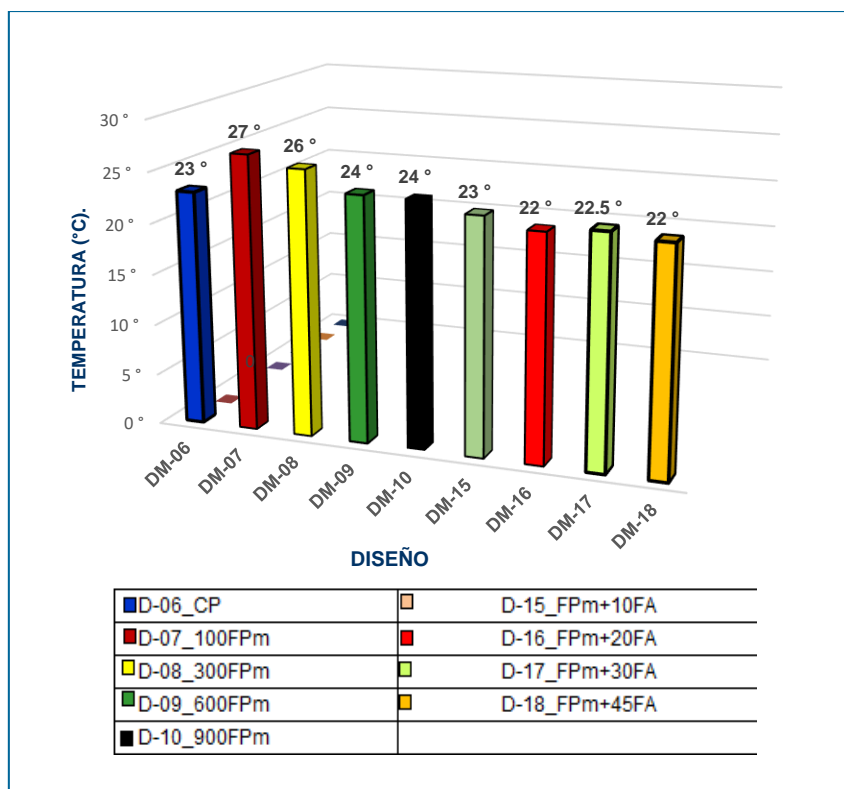
B). Temperatura de la mezcla.

La Fig. 37 y Fig. 38 muestran los resultados obtenidos referentes a la temperatura de las mezclas de concreto, para el diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , tanto del CP, con adición de FPm y con incorporación de un óptimo de FPm ( $900 \text{ kg/m}^3$ ) más FA. Considerando que las condiciones ambientales influyen mucho en la temperatura a la que se prepara la mezcla.



**Fig. 37.** Temperatura de mezcla de concreto - diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

En la Fig. 37, se evidencia variabilidad en la temperatura de cada tipo de mezcla, siendo el D-03 y D-04, los que mayor temperatura alcanzaron,  $30^\circ$  y  $31^\circ\text{C}$  respectivamente; si bien las condiciones térmicas ambientales influyen mayoritariamente en la temperatura interna de la mezcla del concreto, es importante que cuando el concreto sea colocado, esta no presente valores altos como para ocasionar pérdida de asentamiento, juntas frías o fragua instantánea. La NTE E 060 Concreto Armado, precisa que no debe excederse los  $32^\circ\text{C}$  de temperatura en la mezcla, de ser el caso se deben considerar medidas para proteger al concreto; en tanto se puede evidenciar que la temperatura de las mezclas de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  realizadas en esta investigación, no excedieron los  $32^\circ\text{C}$  precisados en la norma.

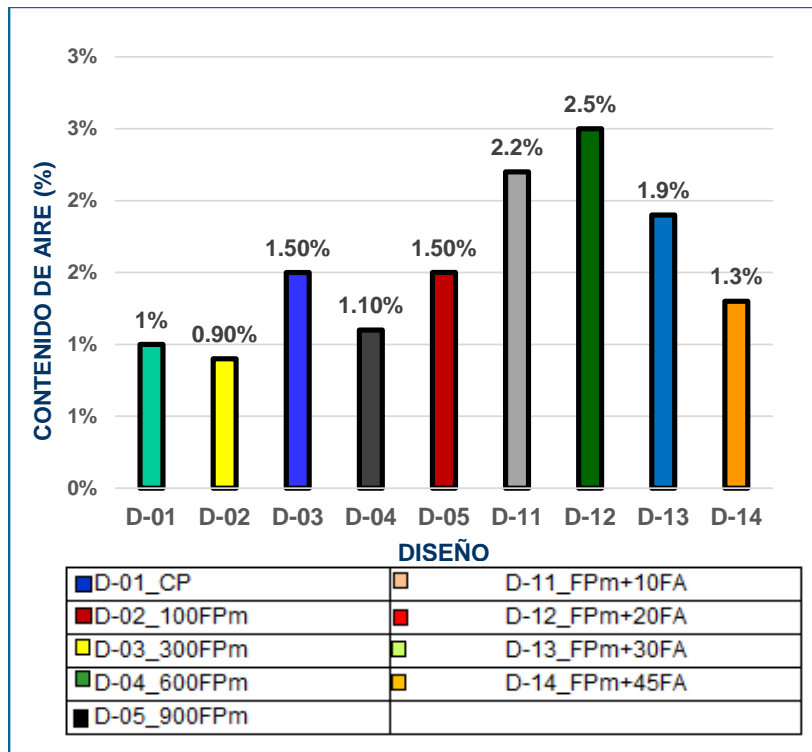


**Fig. 38.** Temperatura de mezcla de concreto - diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

En la Fig. 38 se observa una variación en la temperatura de las mezclas de concreto, de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , siendo el D-07, que corresponde a un CP más FPm en  $100 \text{ g/m}^3$  la mezcla que a mayor temperatura se elaboró,  $27^\circ\text{C}$ ; sin embargo, no excedió la temperatura máxima establecida por la NTE E 060 Concreto Armado,  $32^\circ\text{C}$ .

C). Contenido de aire de la mezcla.

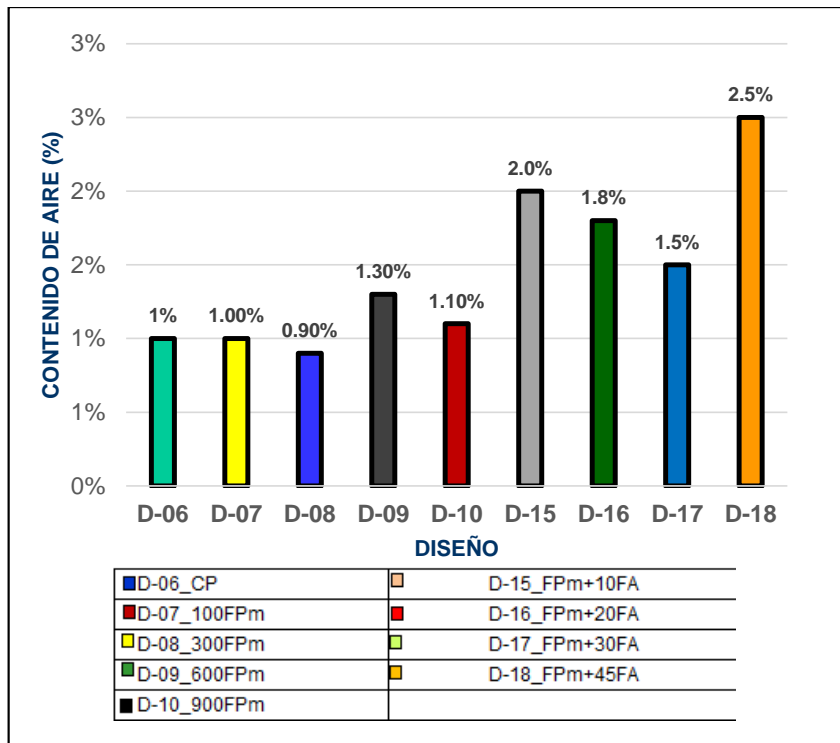
En la Fig. 39, que corresponde a mezclas de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se puede evidenciar que el contenido de aire en la mezcla patrón solamente supera al D-02, que contiene  $100 \text{ g/m}^3$  de FPm, mientras que en todos los demás diseños con FPm, el contenido de aire es superior al de la mezcla de CP. Por otro lado, se puede evidenciar que los diseños que contienen FA poseen un contenido de aire que supera al diseño patrón y con incorporación de solo FPm, a excepción del D-14, que posee  $900 \text{ g/m}^3$  de FPm más FA en  $45 \text{ kg/m}^3$ , pues este tiene 1.3% de contenido de aire, estando por debajo del D-03 y D-05.



**Fig. 39.** Contenido de aire en mezcla fresca - diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Siendo el D-12, con un contenido de FPM en  $900 \text{ g/m}^3$  más FA en  $20 \text{ kg/m}^3$ , el que posee el mayor porcentaje de contenido de aire, 2.5%; en síntesis, con la incorporación de la FPM en un óptimo de  $900 \text{ g/m}^3$  más FA, se alcanzó mayores porcentajes de contenido de aire.

En el diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , la tendencia de los resultados es similar a lo obtenido en el diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , pues las mezclas con contenido de FA, son las que contienen mayor % de contenido de aire, con un máximo de 2.5% alcanzado en el D-18 como se muestra en la Fig. 40. Atribuyendo estos resultados al efecto surgido a partir de la incorporación de las FA.

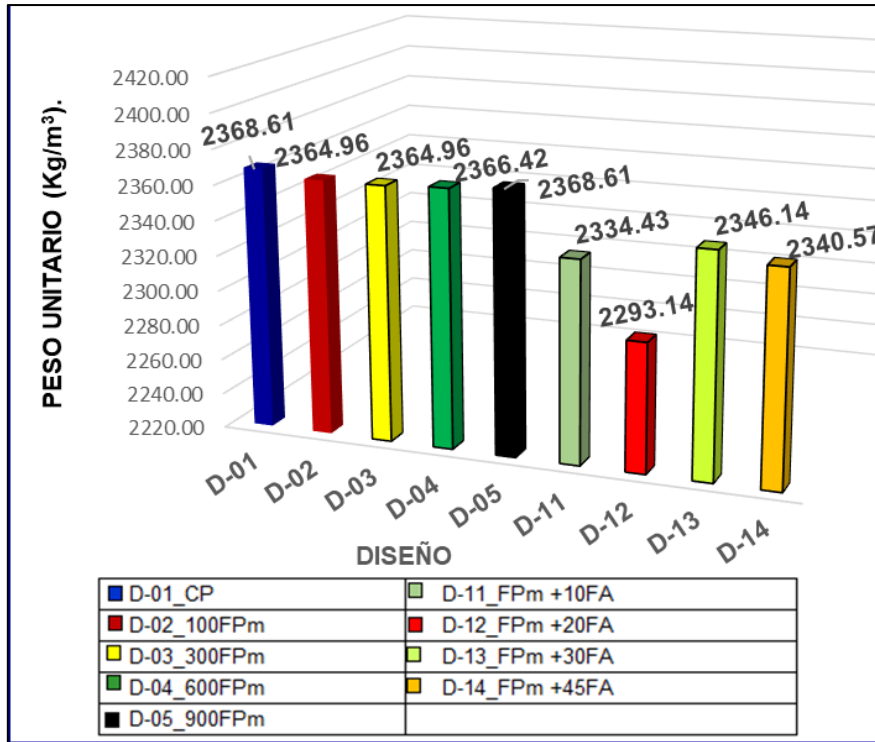


**Fig. 40.** Contenido de aire en mezcla fresca - diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

D). Peso Unitario de las mezclas de concreto.

Considerando que el peso unitario de la mezcla de concreto depende del peso de los agregados y la cantidad de cemento y agua que esta contenga; en el caso particular de esta investigación, la adición de las fibras también influyó en los resultados obtenidos, evidenciando una disminución de este al incorporar las FPm y FA.





**Fig. 41.** Peso unitario del concreto-diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

En la Fig. 41 se observa los valores para el peso unitario de las mezclas de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , siendo el valor para el CP, de  $2368.61 \text{ kg/m}^3$ , a partir de ahí, los valores en los diseños con FPm se mantuvieron relativamente constantes; sin embargo, cuando fue añadida la FA junto con el óptico contenido de FPm ( $900 \text{ g/m}^3$ ), se redujo el peso unitario, alcanzando su valor más bajo cuando el contenido de FA fue de  $20 \text{ kg/m}^3$ .

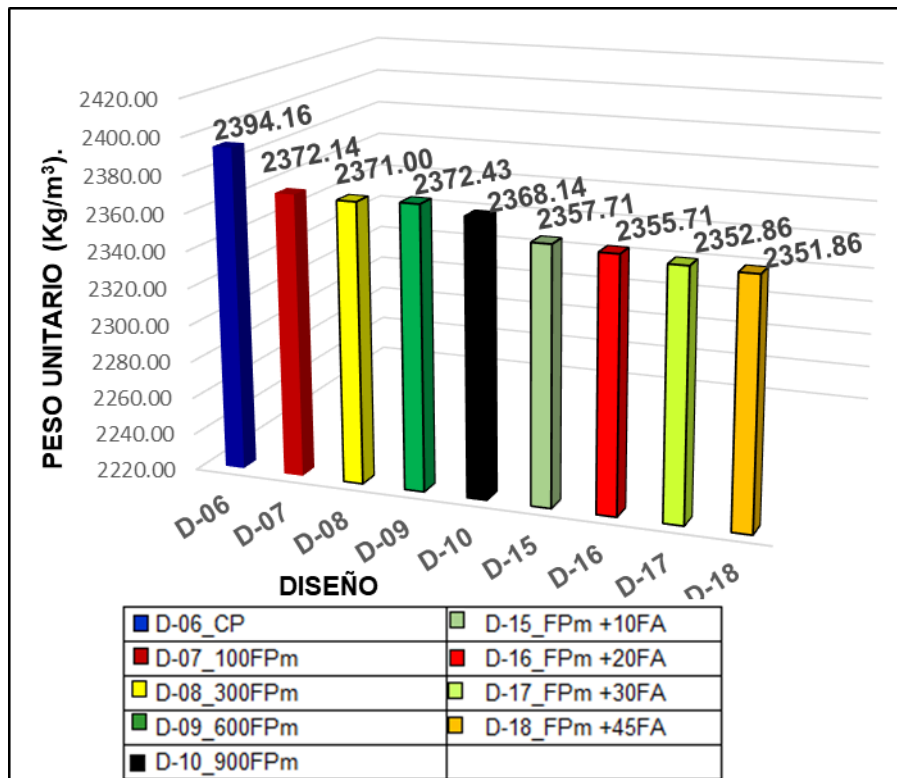


Fig. 42. Peso unitario del concreto-diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

En el diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , también se obtuvo un decrecimiento en los valores de peso unitario, respecto al CP, tanto para la mezcla con FPm y la que contiene el óptimo de FPm más FA, alcanzando el valor más bajo en el D-18, que contiene el óptimo de FPm en  $900 \text{ g/m}^3$  más FA en  $45 \text{ kg/m}^3$ , tal como se observa en la Fig. 42.

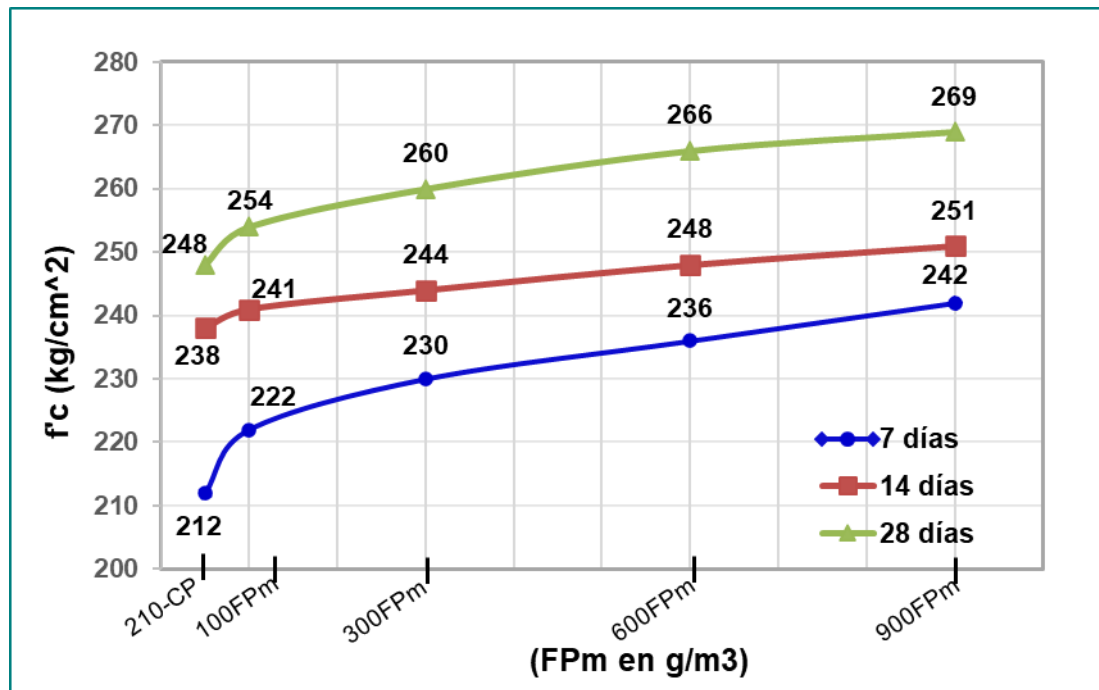
## Resultados de los ensayos al concreto en estado endurecido.

### A). Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

❖ *Concreto con incorporación de fibra de polipropileno microsintética (FPm).*

A la edad de 7, 14 y 28 días de curado, la tendencia en los resultados del ensayo a compresión para los especímenes con FPm, concernientes al diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se mantuvo de manera creciente, es decir, a medida que se aumentó la dosis de esta microfibras, el  $f'c$  se incrementó en relación al CP.

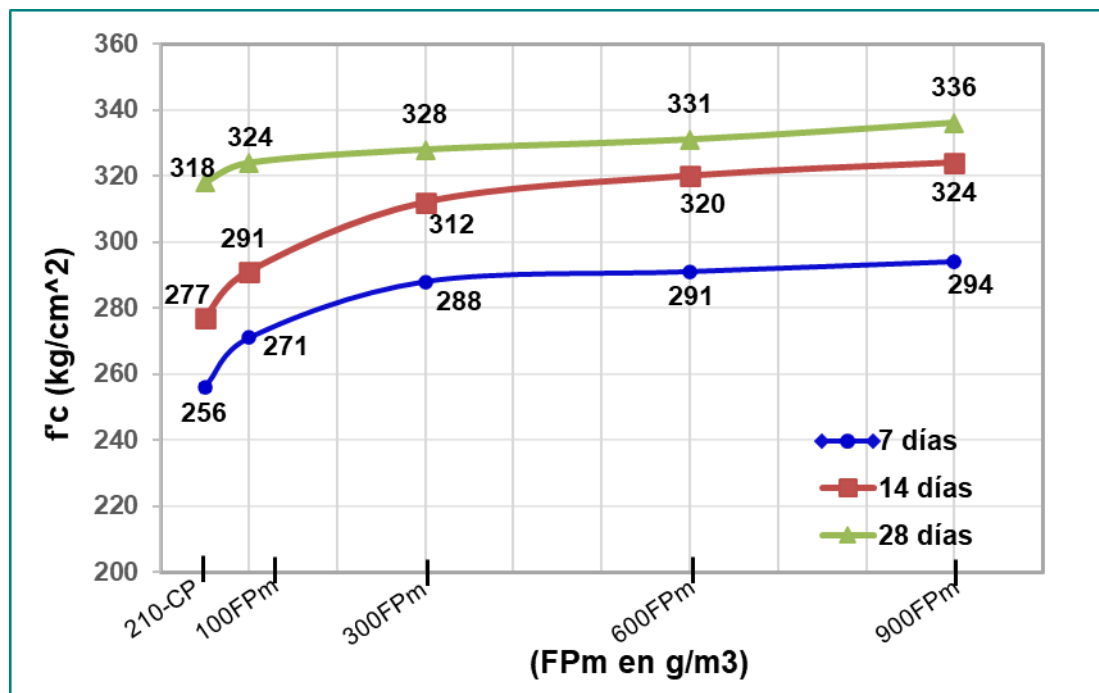
De los resultados a los 28 días tanto del CP y con incorporación de FPm, que se expresan en la Fig. 43, se determinó que el concreto con FPm en  $100 \text{ g/m}^3$  alcanzó un incremento de la resistencia a compresión en un 2.5% , con FPm en  $300 \text{ g/m}^3$  se incrementó en 4.7%, con FPm en  $600 \text{ g/m}^3$  aumentó 7.24% y con FPm en  $900 \text{ g/m}^3$  el incremento fue de 8.51%, respecto del CP. Con lo cual podemos definir que el contenido óptimo de FPm es el de  $900 \text{ g/m}^3$ .



**Fig. 43.** Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de FPm, diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Para el diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , los resultados expresados en la Fig. 44 nos indican una tendencia de incremento sucesivo en la resistencia en función del contenido de FPm.

De los resultados de resistencia a compresión a los 28 días de curado, para el diseño de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  que se observan en la Fig. 44. Se puede evidenciar, para los especímenes con  $100 \text{ g/m}^3$  de FPm, un incremento de la resistencia en 1.8%, para muestras con un contenido de  $300 \text{ g/m}^3$  de FPm, un incremento de 2.99%, cuando el contenido de FPm es de  $600 \text{ g/m}^3$ , un aumento en 3.99% y cuando el contenido de FPm fue de  $900 \text{ g/m}^3$  se alcanzó el mayor incremento, siendo este de 5.57%.

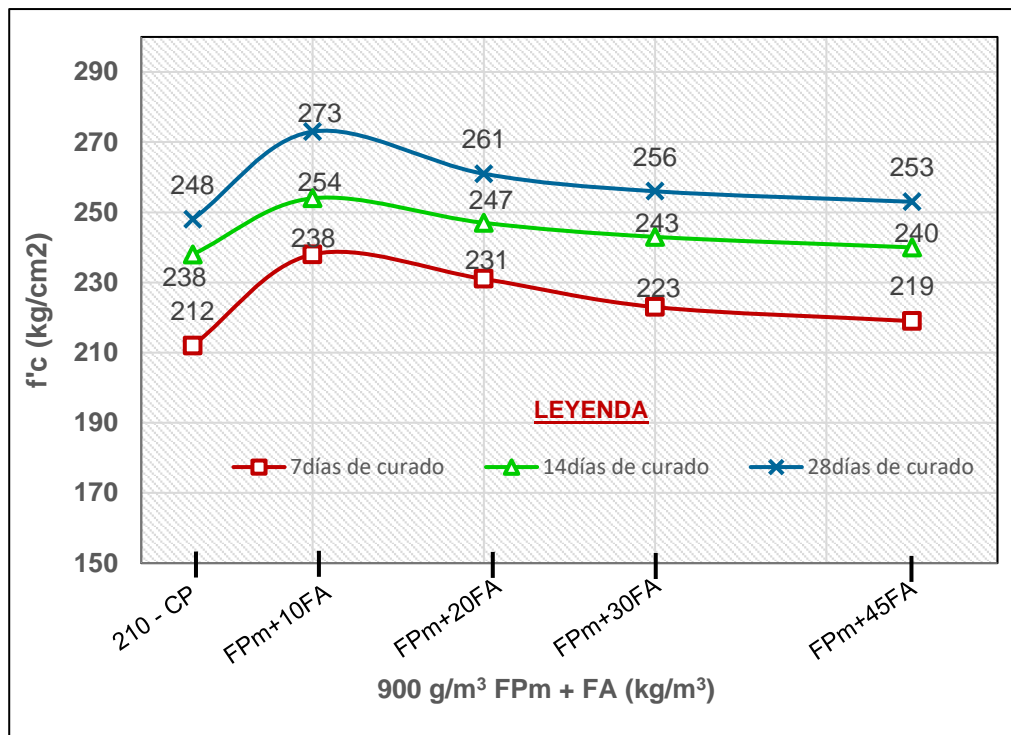


**Fig. 44.** Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de FPM, diseño  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

- ❖ Concreto con incorporación de fibra híbrida (FH): fibra polipropileno microsintética (FPM) en un óptimo contenido ( $900 \text{ g/m}^3$ ) más fibra de acero (FA).

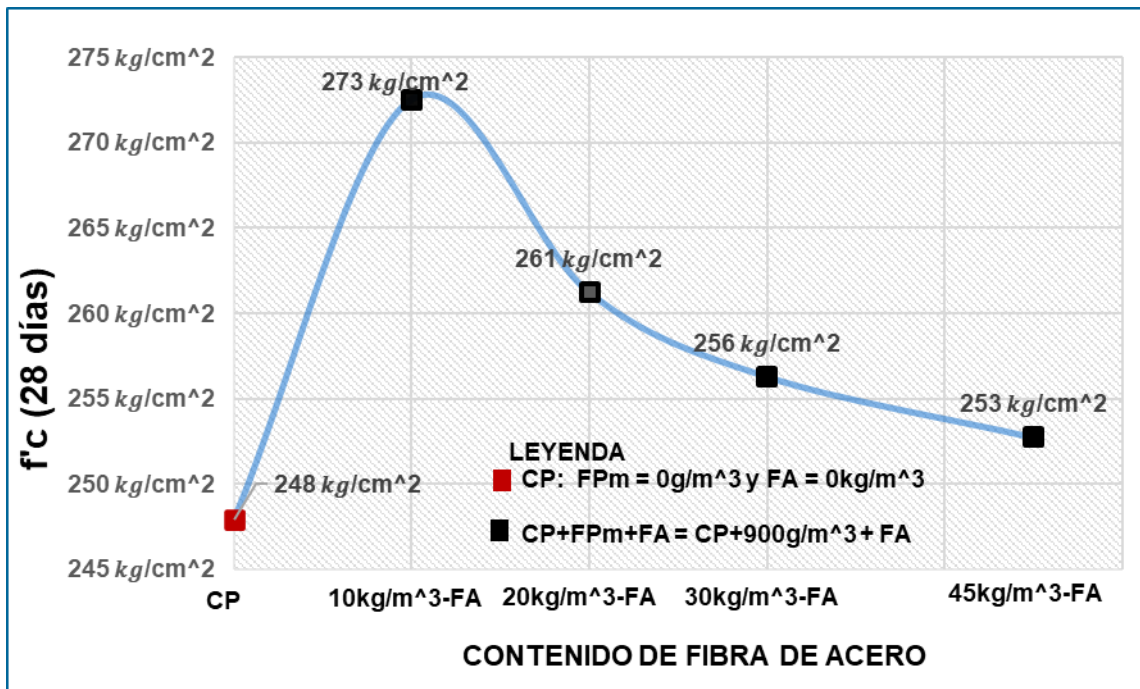
Para el diseño  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el contenido híbrido de fibras, con una adición constante de FPM en  $900 \text{ g/m}^3$ ; generó un incremento máximo de resistencia a la compresión cuando la FA incorporada es de  $10 \text{ kg/m}^3$ , llegando a  $273 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, mientras que el CP alcanzó  $248 \text{ kg/cm}^2$ . A partir de la resistencia máxima alcanzada para la primera dosis de fibra híbrida (FH) ( $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPM} + 10 \text{ kg/m}^3$ ), se produjo un decrecimiento, así, para la dosis de FH de  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPM} + 20 \text{ kg/m}^3$  la resistencia alcanzada fue de  $261 \text{ kg/cm}^2$ , cuando el contenido de FH fue de  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPM} + 30 \text{ kg/m}^3$  se obtuvo  $256 \text{ kg/cm}^2$  y con un contenido de  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPM} + 45 \text{ kg/m}^3$  de FH se logró una resistencia de  $253 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado, evidenciando que, si bien existió un decrecimiento, la resistencia del último contenido

de FH estuvo aún por sobre de la resistencia del CP. Tendencia que se mantuvo desde los resultados obtenidos a los 7 y 14 días de curado, tal como se aprecia en la Fig. 45.



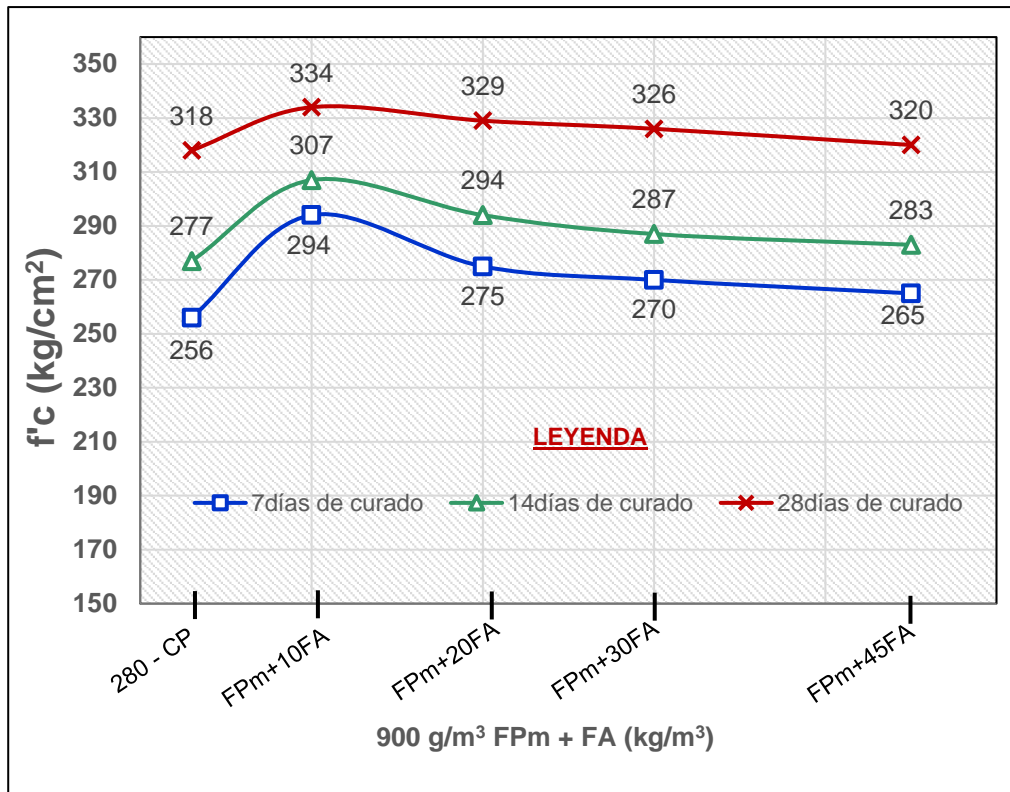
**Fig. 45.** Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

La Fig. 46 muestra los resultados de resistencia a la compresión, a los 28 días del diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con incorporación de FH, donde el diseño con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 10 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  alcanzó un incremento en la resistencia de 9.95%, con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 20 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  se obtuvo un aumento en 5.38%, con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 30 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  un incremento en 3.39% y para el diseño con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 45 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  el aumento fue en 1.95%, evidenciando un descenso sucesivo a partir del valor obtenido en el diseño con menor contenido de FA.



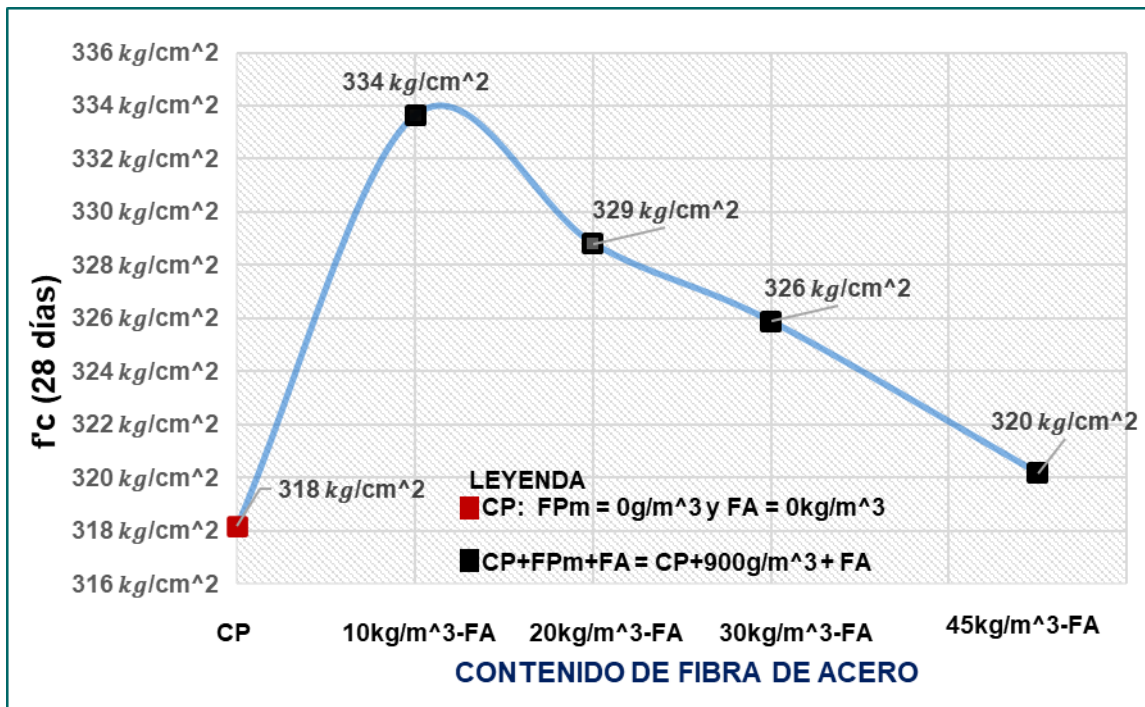
**Fig. 46.** Resistencia a la compresión a los 28 días de curado del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Para el diseño  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , la combinación de fibras en un contenido híbrido de FPm en  $900 \text{ g/m}^3$  más FA produjo un máximo incremento en la capacidad del concreto bajo cargas axiales de compresión con la primera dosis de FA ( $10 \text{ kg/m}^3$ ), y a partir de ello, a medida que se incrementó el contenido de FA la resistencia fue descendiendo. Es así que para el diseño con contenido híbrido de fibras de  $900 \text{ g/m}^3$  FPm+ $10 \text{ kg/m}^3$  FA la resistencia alcanzada a los 28 días de curado fue de  $334 \text{ kg/cm}^2$ , para los especímenes con  $900 \text{ g/m}^3$  FPm+ $20 \text{ kg/m}^3$  FA fue de  $329 \text{ kg/cm}^2$ , cuando el contenido de FH fue de  $900 \text{ g/m}^3$  FPm+ $30 \text{ kg/m}^3$  FA se alcanzó  $326 \text{ kg/cm}^2$  y cuando la adición de FH compuesta por  $900 \text{ g/m}^3$  FPm+ $45 \text{ kg/m}^3$  FA se alcanzó una resistencia de  $320 \text{ kg/cm}^2$ ; mientras que el CP alcanzó  $318 \text{ kg/cm}^2$ . Manteniendo la misma tendencia que se marcó en los resultados obtenidos a los 7 y 14 días de curado, como se visualiza en la Fig. 47.



**Fig. 47.** Resistencia a la compresión del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

De la Fig. 48 se puede definir los incrementos producidos en la resistencia a la compresión del concreto con adición de FH de acero y polipropileno, en comparación con el CP, correspondiente al diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados que se muestran son a los 28 días de curado; es así que el diseño con contenido de  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 10 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  obtuvo una resistencia con un incremento de un 4.85% respecto del CP, el diseño con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 20 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  obtuvo un incremento en la resistencia equivalente al 3.34%, para la adición de FH de  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 30 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  el incremento fue en un 2.42% y para el diseño con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 45 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$  el aumento en la resistencia equivale a un 0.62%. Marcando una tendencia de un descenso sucesivo en la resistencia a compresión, a partir del máximo incremento que es del 4.85% equivalente al diseño con  $900 \text{ g/m}^3 \text{ FPm} + 10 \text{ kg/m}^3 \text{ FA}$ .



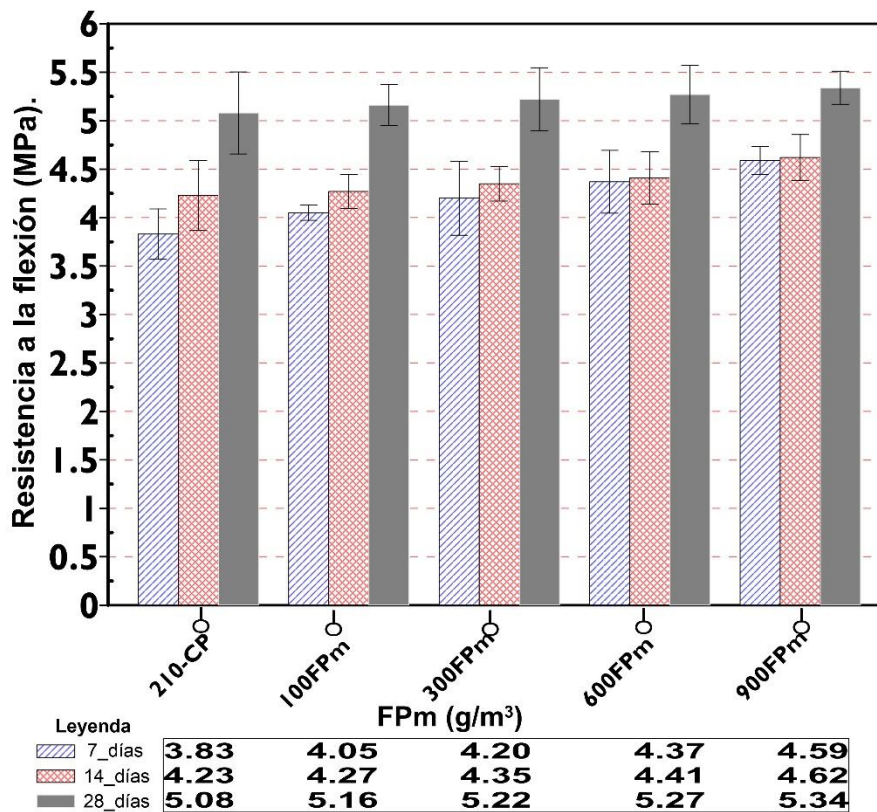
**Fig. 48.** Resistencia a la compresión a los 28 días de curado del CP y con incorporación de fibra híbrida, diseño  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### B). Resultados del ensayo de resistencia a la flexión.

❖ Concreto con incorporación de FPM.

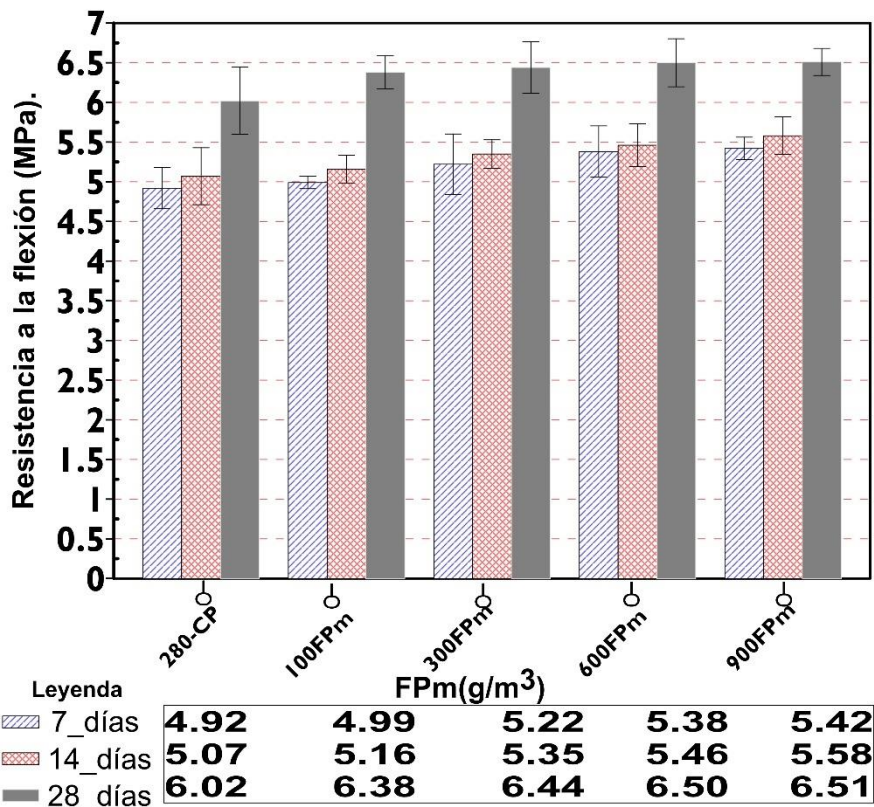
Los resultados del efecto producido por las FPM en la resistencia a flexión del concreto, para el diseño de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se muestran en la Fig. 49. A los 28 días de curado, para los diseños con FPM en  $100 \text{ g/m}^3$ ,  $300 \text{ g/m}^3$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  y  $900 \text{ g/m}^3$ , la resistencia alcanzada expresada en valores del módulo de rotura ( $M_r$ ) es de 5.16 MPa, 5.22 MPa, 5.27 MPa y 5.34 MPa, respectivamente, mientras que el CP alcanzó un  $M_r$  de 5.08 MPa. Esto nos indica que el diseño con  $100 \text{ g/m}^3$  FPM obtuvo un incremento del  $M_r$  en 1.57% respecto del CP, el diseño con  $300 \text{ g/m}^3$  FPM produjo un incremento de 2.76 %, así mismo cuando la adición fue de  $600 \text{ g/m}^3$  FPM el aumento fue del 3.74% y cuando se añadió  $900 \text{ g/m}^3$  FPM se obtuvo un incremento de 5.12%. Esta tendencia de un incremento del  $M_r$  a medida que se incrementó el contenido de FPM a los 28 días de curado, fue la misma que se marcó a los 7 y 14 días, respectivamente.





**Fig. 49.** Resistencia a la flexión del concreto con adición de FPM, diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

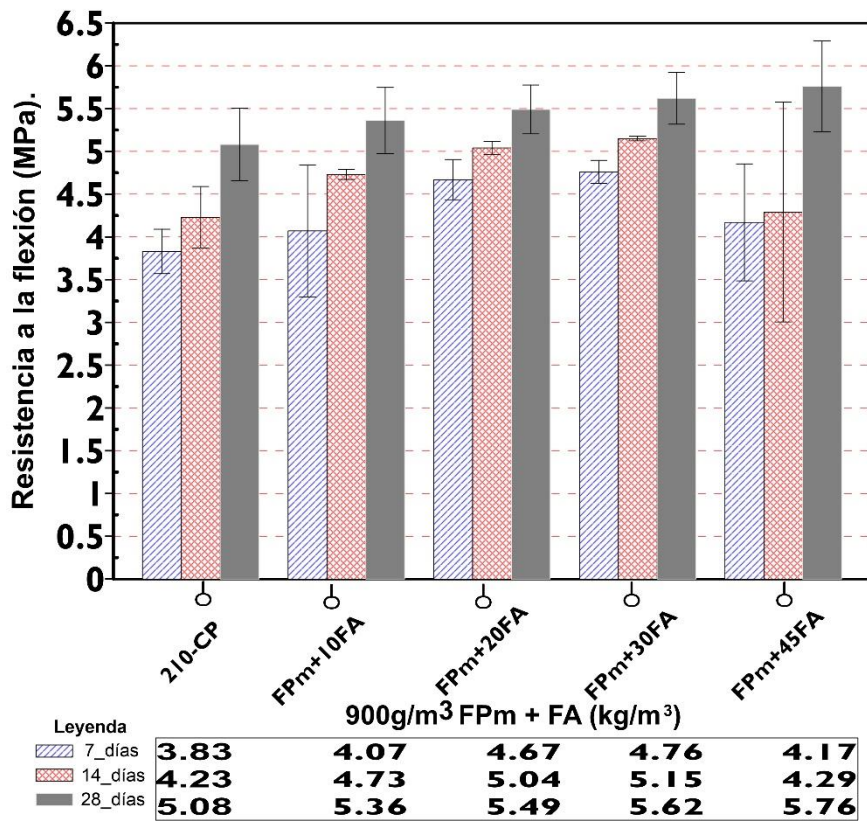
En relación a los resultados para el diseño  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, en base a lo mostrado en la Fig. 50, el  $M_r$  obtenido para el CP es de 6.02 MPa a los 28 días de curado, mientras que para los diseños con FPM en 100 g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup>, 600 g/m<sup>3</sup> y 900 g/m<sup>3</sup>, los valores del  $M_r$  fueron de 6.38 MPa, 6.44 MPa, 6.50 MPa y 6.51 MPa, respectivamente. Evidenciando un incremento en el valor del  $M_r$  a medida que se aumentó el contenido de FPM, tendencia que también se visualiza en los resultados que se obtuvieron a los 7 y 14 días. Así, para el diseño con 100 g/m<sup>3</sup> FPM el incremento en el  $M_r$  es de 5.98% respecto del CP, un contenido de 300 g/m<sup>3</sup> FPM incrementa el  $M_r$  en 6.98%, así mismo para el diseño con 600 g/m<sup>3</sup> FPM se obtuvo un incremento en un 7.97% y el diseño con 900 g/m<sup>3</sup> FPM alcanzó un aumento del  $M_r$  correspondiente a un 8.14%.



**Fig. 50.** Resistencia a la flexión del concreto con adición de FPM, diseño  $f_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.

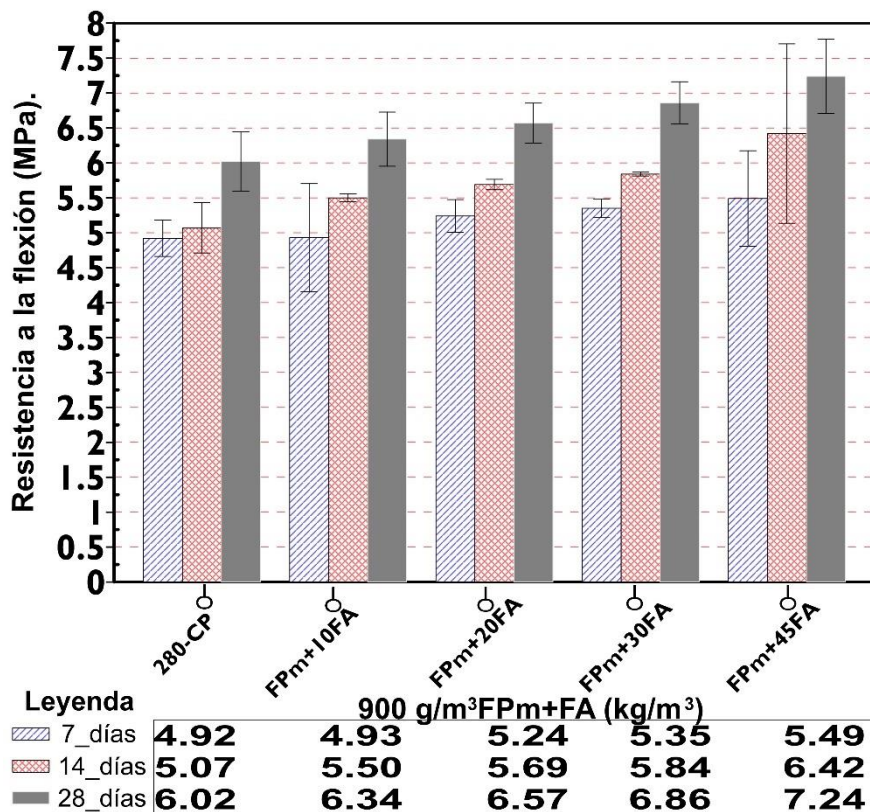
- ❖ Concreto con incorporación de fibra híbrida (FH): fibra de polipropileno microsintética (FPM) en un óptimo contenido (900 g/m<sup>3</sup>) más fibra de acero (FA).

La Fig. 51 muestra los resultados para el diseño  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, el  $M_r$  promedio obtenido en los especímenes con contenido híbrido de fibra, considerando resultados a los 28 días de curado, representó incrementos del 5.51%, 8.07%, 10.63% y 13.39%, para los diseños con 900 g/m<sup>3</sup> de FPM más FA en 10kg/m<sup>3</sup>, 20 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup> y 45 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Si bien la tendencia en los resultados a los 28 días fue de un incremento sucesivo a medida que la FA en el contenido híbrido se incrementaba, esto no sucedió a las edades de 7 y 14 días, puesto que para la mezcla con 900 g/m<sup>3</sup> de FPM más FA en 45 kg/m<sup>3</sup>, en uno de los especímenes ensayados para cada una de estas edades se produjo la falla fuera del tercio medio, lo que originó una reducción en el valor del  $M_r$  obtenido.



**Fig. 51.** Resistencia a la flexión del concreto con adición híbrida de fibras, diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

De los resultados expresados en la Fig. 52, a los 28 días de curado, la tendencia producida en valores del  $M_r$  para especímenes de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  con contenido de FH, marcó incrementos sucesivos de 5.32%, 9.14%, 13.95% y 20.27%, para los diseños con  $900 \text{ g/m}^3$  de Fpm más FA en  $10 \text{ kg/m}^3$ ,  $20 \text{ kg/m}^3$ ,  $30 \text{ kg/m}^3$  y  $45 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente, con relación al CP. Estableciendo que el  $M_r$  incrementa su valor a medida que el contenido de FA crece en la combinación híbrida de fibras.

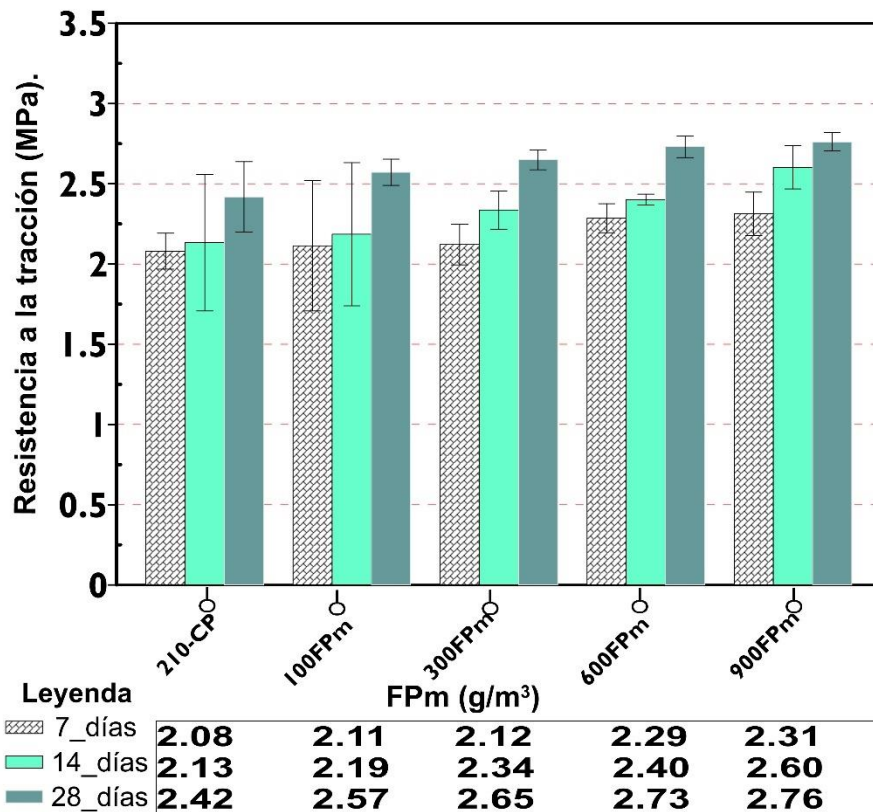


**Fig. 52.** Resistencia a la flexión ( $M_r$ ) del concreto con adición híbrida de fibras, diseño  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### C). Resultados del ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral.

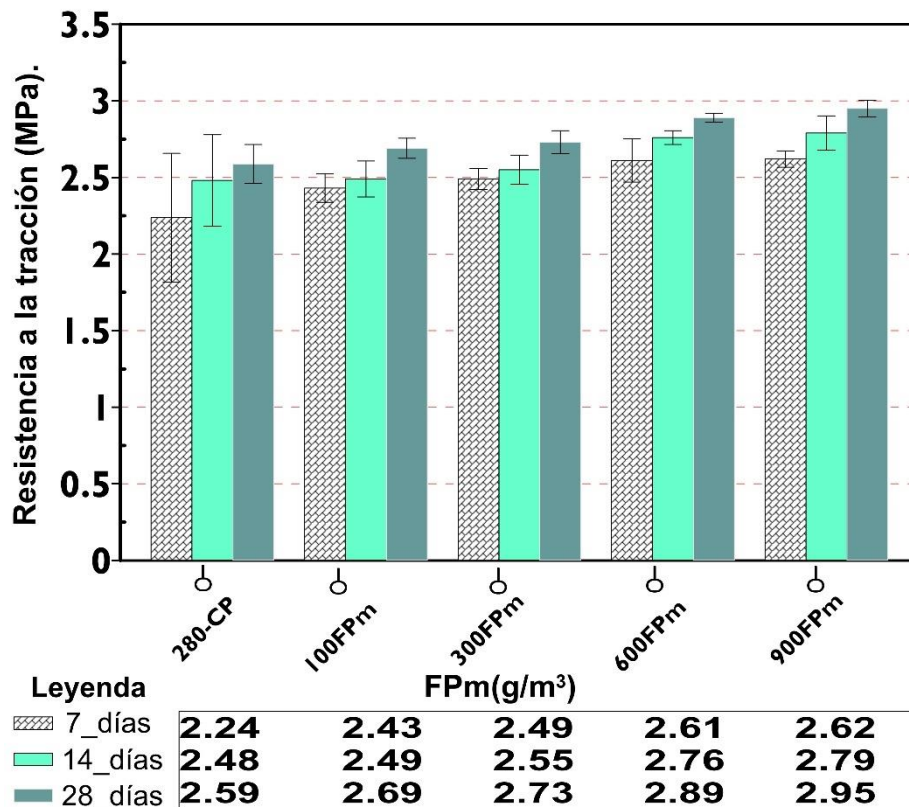
#### ❖ Concreto con incorporación de FPM.

De acuerdo a los resultados explícitos en la Fig. 53, los valores de resistencia a la tracción de las muestras de diseño  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con incorporación de FPM, marcan una tendencia avocada a un incremento constante a medida que el contenido de FPM aumentó, así, los incrementos determinados para resultados a los 28 días de curado son: 6%, 10%, 13% y 14%, respecto del CP, para mezclas con  $100 \text{ g/m}^3$ ,  $300 \text{ g/m}^3$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  y  $900 \text{ g/m}^3$  de FPM, respectivamente. Cabe recalcar que la tendencia en los resultados, de un incremento constante, con ensayos a los 28 días, se marca desde resultados de los primeros ensayos aplicados a los 7 y 14 días de curado.



**Fig. 53.** Resistencia a la tracción del concreto con adición de FPm, diseño  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

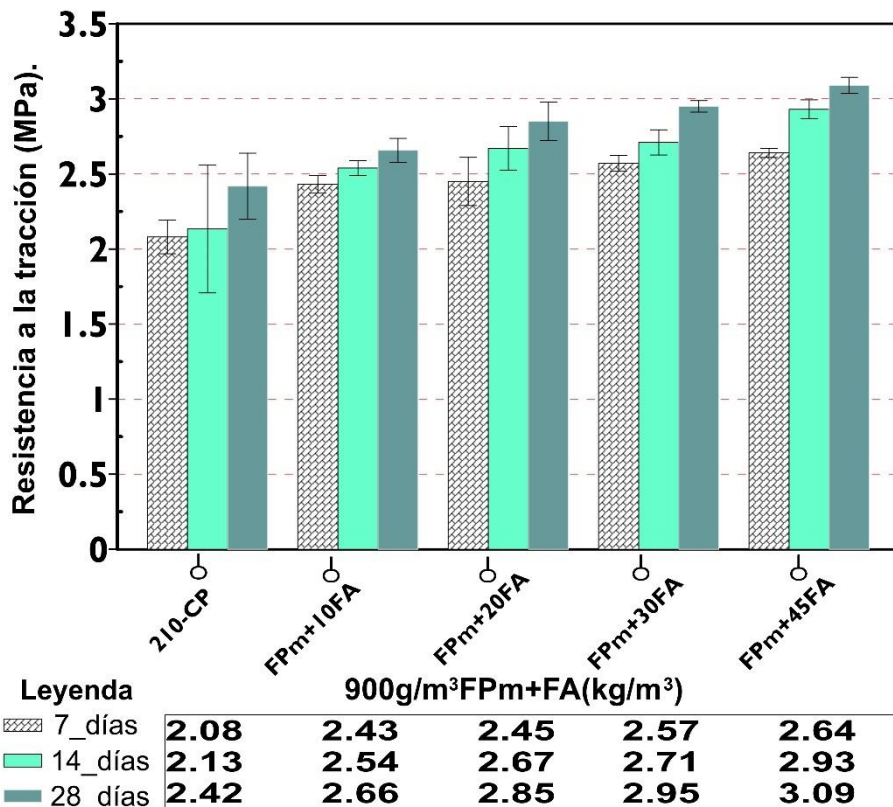
En especímenes de diseño  $f'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, los valores de resistencia a la tracción mostraron incrementos de 4%, 5%, 12% y 14% respecto del CP, para mezclas con 100 g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup>, 600 g/m<sup>3</sup> y 900 g/m<sup>3</sup> de FPm, respectivamente; esto para pruebas aplicadas a los 28 días de curado. Tendencia de incremento sucesivo en función del contenido de FPm, que se puede observar en los valores de la Fig. 54.



**Fig. 54.** Resistencia a la tracción del concreto con adición de FPM, diseño  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>.

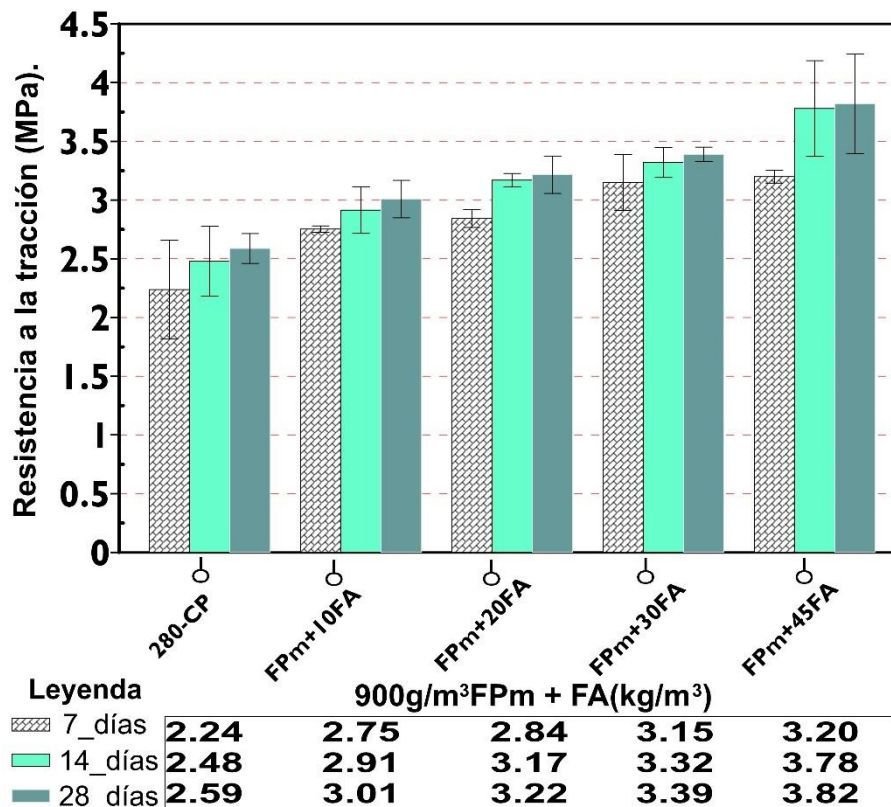
- ❖ Concreto con incorporación de fibra híbrida (FH): fibra de polipropileno microsintética (FPM) en un óptimo contenido (900 g/m<sup>3</sup>) más fibra de acero (FA).

La combinación del óptimo contenido de FPM (900g/m<sup>3</sup>) con la FA en 4 diferentes dosis, permitió un incremento considerable en la resistencia a tracción del concreto. En la Fig. 55 se plasman los resultados para mezclas con diferentes combinaciones de FH, correspondientes al concreto de diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. La tendencia creciente de los resultados se marcó en las tres edades (7,14 y 28 días) de curado en las que se aplicó el ensayo. Considerando resultados a los 28 días, el incremento producido fue en un 10%, 18%, 22% y 28% en relación del CP, para diseños con FPM constante en 900g/m<sup>3</sup> y FA en 10kg/m<sup>3</sup>, 20 kg/m<sup>3</sup>, 30kg/m<sup>3</sup> y 45 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.



**Fig. 55.** Resistencia a la tracción (T) del concreto con adición híbrida de fibras, diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Los resultados de ensayos de resistencia a la tracción aplicados a especímenes cuyo concreto es de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , indican, al igual que en el caso anterior, una tendencia creciente de la resistencia en función del incremento del contenido de FA en la combinación híbrida de fibras, con FPM en  $900 \text{ g/m}^3$ . Así, para resultados obtenidos de ensayos aplicados a los 28 días de curado, los valores de resistencia a la tracción se vieron incrementados en 16%, 24%, 31% y 48% en relación al CP, para contenidos de FA en la combinación híbrida de fibras, de  $10 \text{ kg/m}^3$ ,  $20 \text{ kg/m}^3$ ,  $30 \text{ kg/m}^3$  y  $45 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente. La Fig. 56 muestra los valores y tendencias de resistencia a tracción obtenidos a los 7, 14 y 28 días de curado, para cada tipo de mezcla de concreto, en base a lo cual se determinó los porcentajes de aumento en la resistencia.



**Fig. 56.** Resistencia a la tracción (T) del concreto con adición híbrida de fibras, diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

**D). Resultados obtenidos para el módulo de elasticidad de los especímenes ensayados.**

En teoría, cuando más rígido sea el concreto, mayor será el módulo de elasticidad o módulo de Young. Esta premisa se corroboró experimentalmente, pues el incremento o disminución en los resultados para módulo elástico, estuvo en función de la tendencia de los resultados obtenidos en resistencia a compresión. Experimentalmente se obtuvo el módulo de elasticidad real del concreto ( $E_{c\text{-real}}$ ), así mismo se realizó el cálculo del módulo de elasticidad teórico del concreto ( $E_{c\text{-teórico}}$ ).

❖ Concreto con incorporación de FPm.

Para muestras de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con incorporación de FPm, la Tabla XVIII muestra resultados tanto para  $E_{c\text{-real}}$  y  $E_{c\text{-teórico}}$ . Donde el máximo valor promedio de  $E_{c\text{-real}}$  obtenido con ensayos a los 28 días, es  $164023.38 \text{ kg/cm}^2$ , correspondiente a muestras de 900FPm, lo cual representa un 5.60% más en relación del valor obtenido en muestras de CP-



210, 155330.91 kg/cm<sup>2</sup>. En tanto el  $E_{c-real}$  para 900FPm supera en 5% a su  $E_{c-teórico}$  promedio, 155577.07 kg/cm<sup>2</sup>. La Fig. 57 describe gráficamente la tendencia creciente en los resultados para ambos casos de  $E_c$ , así mismo establece una comparación.

**Tabla XVIII.**

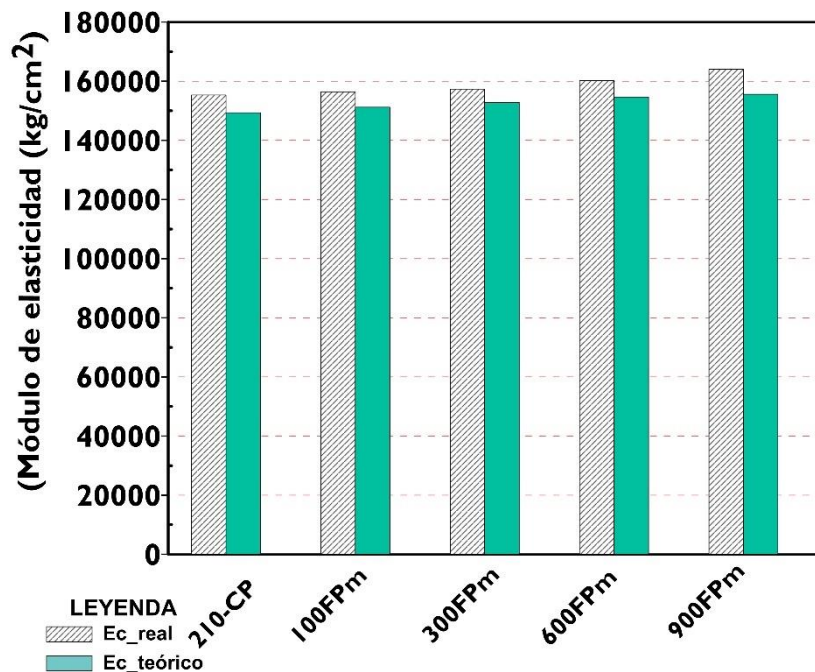
Módulo de elasticidad del concreto,  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$ , de diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de FPm.

<b><math>E_{c-real}</math> en kg/cm<sup>2</sup></b>					
<b>Días de curado</b>	<b>CP-210</b>	<b>100FPm</b>	<b>300FPm</b>	<b>600FPm</b>	<b>900FPm</b>
7	149305.54	150722.55	152228.35	154672.77	157062.25
14	152215.10	153080.42	155629.58	157605.85	160010.71
28	155330.91	156422.21	157349.76	160169.45	164023.38

<b><math>E_{c-teórico}</math> en kg/cm<sup>2</sup></b>					
<b>Días de curado</b>	<b>CP-210</b>	<b>100FPm</b>	<b>300FPm</b>	<b>600FPm</b>	<b>900FPm</b>
7	138014.51	141290.88	143924.10	145671.94	147527.04
14	146409.20	147163.16	148142.76	149467.03	150290.78
28	149359.47	151199.84	152832.02	154665.50	155577.07

Nota. Resultados del módulo de elasticidad real y teórico.



**Fig. 57.** Módulo de elasticidad del concreto,  $E_{c-real}$  vs  $E_{c-teórico}$ , con adición de FPm, diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, resultados a los 28 días.

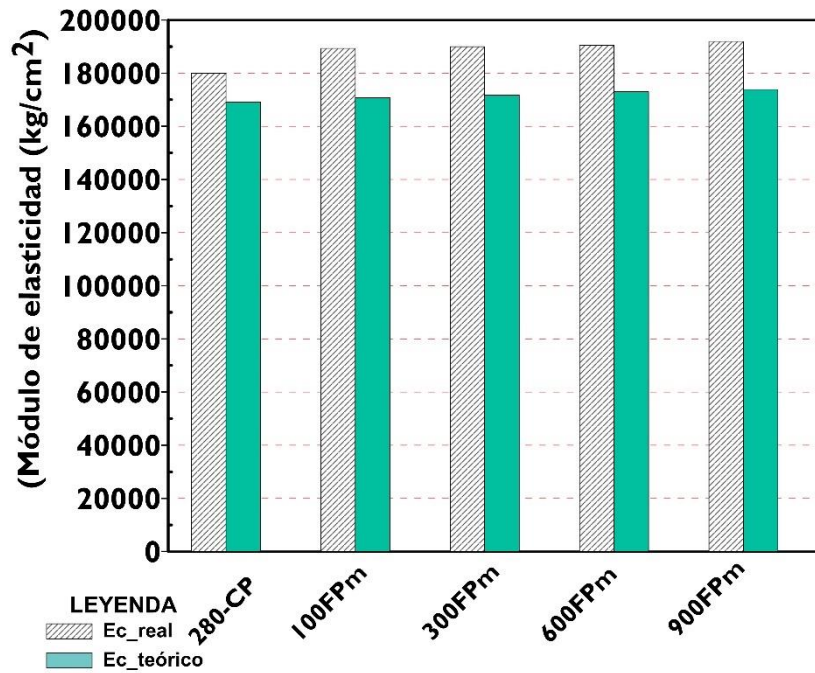
Para especímenes de concreto de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , muestras de 900FPm alcanzaron el mayor valor promedio de  $E_{c\text{-real}}$  y  $E_{c\text{-teórico}}$ , como se muestra en la Tabla XIX. Para ensayos a los 28 días, el  $E_{c\text{-real}}$  promedio de especímenes de 900FPm fue 191955.47  $\text{kg/cm}^2$ , siendo un 6.64% superior al  $E_{c\text{-real}}$  obtenido en muestras de CP-280, 180007.96  $\text{kg/cm}^2$ ; y un 10% más que su  $E_{c\text{-teórico}}$ , 173868.09  $\text{kg/cm}^2$  (esto de 900FPm). En la Fig. 58 se muestra gráficamente una comparación entre  $E_{c\text{-real}}$  y  $E_{c\text{-teórico}}$  para cada tipo de mezcla.

**Tabla XIX.**

Módulo de elasticidad del concreto,  $E_{c\text{-real}}$  y  $E_{c\text{-teórico}}$ , de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de FPM.

<b><math>E_{c\text{real}}</math> en <math>\text{kg/cm}^2</math></b>					
<b>Días de curado</b>	<b>CP-280</b>	<b>100FPm</b>	<b>300FPm</b>	<b>600FPm</b>	<b>900FPm</b>
7	174789.81	182502.98	182888.99	183015.85	184898.09
14	177089.61	184566.73	186524.55	188520.92	189343.37
28	180007.96	189340.61	189988.36	190514.97	191955.47
<b><math>E_{c\text{teórico}}</math> en <math>\text{kg/cm}^2</math></b>					
7	151682.30	156056.61	161069.37	161732.61	162593.42
14	157801.30	161662.94	167687.96	169769.41	170663.43
28	169173.99	170737.97	171729.73	173007.90	173868.09

*Nota.* Resultados del módulo de elasticidad real y teórico.



**Fig. 58.** Módulo de elasticidad del concreto,  $E_{c-real}$  vs  $E_{c-teórico}$ , con adición de FPM, diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , resultados a los 28 días.

- ❖ Concreto con incorporación de fibra híbrida (FH): fibra de polipropileno microsinéctica (FPm) en un óptimo contenido ( $900 \text{ g/m}^3$ ) más fibra de acero (FA).

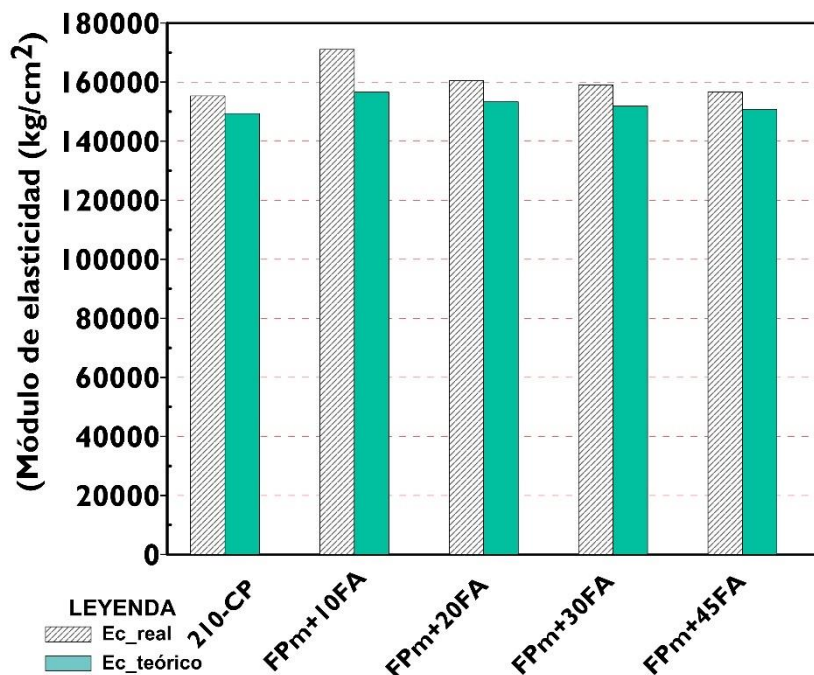
Para mezclas con FH de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el  $E_{c-real}$  experimentó un incremento máximo de 10.12%, con pruebas a los 28 días de curado, cuando el contenido de FA fue de  $10 \text{ kg/m}^3$ , esto respecto del  $E_{c-real}$  promedio,  $155330.91 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzado por muestras de CP. Así mismo, el  $E_{c-real}$  promedio de las muestras con FPm+10FA, obtenido a los 28 días, supera en un 9% al  $E_{c-teórico} = 156559.55 \text{ kg/cm}^2$ . La Tabla XX muestra todos los resultados tanto para  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$ , teniendo en cuenta resultados de ensayos aplicados a los 7, 14 y 28 días; de igual forma la Fig. 59 expresa gráficamente una comparación entre  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$ , correspondiente a cada tipo de muestra, como se indica en la misma.

**Tabla XX.**

Módulo de elasticidad del concreto,  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$ , de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con incorporación de FH.

<b><math>E_{c-real}</math> en <math>\text{kg/cm}^2</math></b>					
Días de curado	CP-210	FPm+10FA	FPm+20FA	FPm+30FA	FPm+45FA
7	149305.54	165969.95	155064.62	154008.77	150094.02
14	152215.10	168935.85	157093.08	156017.72	153415.41
28	155330.91	171057.39	160450.16	159045.09	156698.99
<b><math>E_{c-teórico}</math> en <math>\text{kg/cm}^2</math></b>					
Días de curado	CP-210	FPm+10FA	FPm+20FA	FPm+30FA	FPm+45FA
7	138014.51	146263.78	144166.97	141684.86	140320.89
14	146409.20	151174.43	149234.69	147966.72	146887.91
28	149359.47	156559.55	153309.41	151872.29	150798.59

**Nota.** Valores de módulo de elasticidad del concreto con FH.



**Fig. 59.**  $E_{c-real}$  vs  $E_{c-teórico}$ , diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de FH (900  $\text{g/m}^3$ FPm+FA), con resultados de ensayos a los 28 días de curado.

La Tabla XXI muestra resultados de  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$ , para muestras de concreto con incorporación de FH. Donde las muestras con FPm+10FA alcanzaron un  $E_{c-real}$  promedio equivalente a 190158.53  $\text{kg/cm}^2$ , con especímenes ensayados a los 28 días de curado, lo

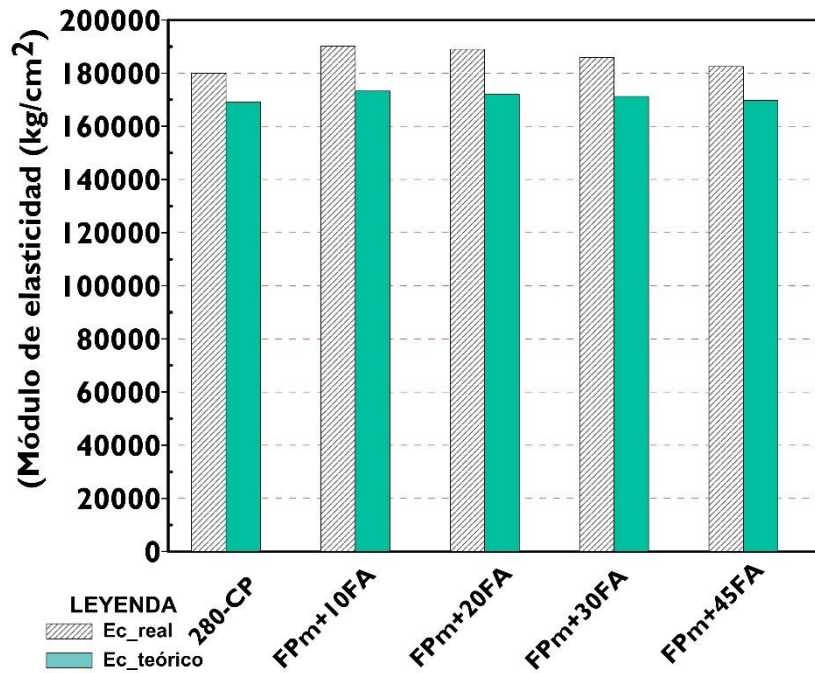
cual representa un 5.64% más en relación al  $E_{c-real}$  promedio alcanzado en muestras de CP, 180007.96 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, el  $E_{c-real}$  promedio de muestras con FPM+10FA, 190158.53 kg/cm<sup>2</sup>, supera en un 10% a su  $E_{c-teórico}$ , 173279.93 kg/cm<sup>2</sup>. La Fig. 60 describe de manera gráfica la tendencia en los resultados a los 28 días, donde el máximo valor promedio de  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$  corresponde a especímenes con FPM+10FA.

**Tabla XXI.**

Módulo de elasticidad del concreto,  $E_{c-real}$  y  $E_{c-teórico}$ , de diseño  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de FH (900 g/m<sup>3</sup>FPM+FA).

<b><math>E_{c-real}</math> en kg/cm<sup>2</sup></b>					
<b>Días de curado</b>	<b>CP-280</b>	<b>FPM+10FA</b>	<b>FPM+20FA</b>	<b>FPM+30FA</b>	<b>FPM+45FA</b>
7	174789.81	184099.95	183538.80	180317.17	176198.66
14	177089.61	189032.86	185830.79	183350.65	179391.86
28	180007.96	190158.53	188999.49	185890.13	182483.43
<b><math>E_{c-teórico}</math> en kg/cm<sup>2</sup></b>					
7	151682.30	162714.87	157406.39	155996.92	154530.01
14	157801.30	166342.01	162534.56	160713.91	159537.88
28	169173.99	173279.93	172009.32	171243.24	169743.21

**Nota.** Valores de módulo de elasticidad, concreto con FH



**Fig. 60.**  $E_{C-real}$  vs  $E_{C-teórico}$ , diseño  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , con adición de FH ( $900 \text{ g/m}^3\text{Fpm+FA}$ ), con resultados de ensayos a los 28 días de curado.

### 3.2. Discusión de los resultados.

Cuenca y Solórzano [27], en su investigación, para la determinación de las características de los agregados a emplear en la mezcla de concreto, siguieron los procedimientos establecidos en las NTP y ASTM, obteniendo resultados dentro de los parámetros establecidos por estas normativas. En contraste, si bien las propiedades de los agregados dependen de diferentes factores, uno de ellos es la cantera de la que provienen, lo importante es que cumplan con las especificaciones técnicas normativas, en este caso de las NTP y ASTM correspondientes para cada ensayo. Así, en esta investigación realizada, la granulometría del agregado fino utilizado estuvo dentro de los parámetros establecidos según la NTP 400.012 y ASTM C136, como se observa en la Fig. 33, teniendo un módulo de fineza de 2.959, estando dentro del intervalo precisado en la normativa, no menor de 2.3 ni mayor de 3.1. En el agregado grueso la gradación de sus partículas estuvo dentro de los límites establecidos por la 400.012 y ASTM C136 de acuerdo al uso que corresponde, Fig. 34, siendo su TM 1" y TMN 3/4".

En relación al revenimiento, para muestras con FPm, se obtuvieron resultados donde para mezclas de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , un asentamiento constante de 4" (D-01 - D-03) que incluye el CP y las tres primeras adiciones, en tanto en la cuarta adición,  $900\text{g/m}^3$ , se evidencia una reducción en el slump hasta 3", Fig. 35. Algo similar sucede con muestras del diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , en promedio todos los diseños (D-06 - D-10) son próximos a 4", con algunas variaciones, lo que hace indicar que la FPm empleada no tiene un impacto notorio en la trabajabilidad de la mezcla, pues el slump se mantuvo entre 3-4", que fue lo inicialmente considerado en el diseño. Sin embargo, Machuca [29] en su investigación determinó que en sus dos primeras adiciones de FP hubo un incremento en el asentamiento del concreto, llegando a 4" para un contenido de 0.25%, mientras que a partir de la tercera (0.50%), a medida que se fue incrementando el contenido de FP, los resultados del asentamiento del concreto fueron disminuyendo, siendo para un contenido de 1%, 3" el revenimiento alcanzado; en tanto el concreto patrón alcanzó un slump de 3.5", manteniéndose entre 3-4", que fue lo considerado en el diseño de mezcla.

Cuando se combinaron FPm y FA, los resultados de la presente investigación, marcaron una tendencia hacia la reducción del revenimiento a efecto del incremento en el contenido de FA, así para un contenido de FA de  $45 \text{ kg/m}^3$  y FPm en  $900 \text{ g/m}^3$ , el asentamiento obtenido estuvo por debajo de las 3", lo que nos indica una reducción de la trabajabilidad de la mezcla que surge debido a la presencia de las FA, las cuales mientras más se incrementa su presencia en la mezcla ocasionan dificultades en la colocación y compactación de la misma. Algo similar sucedió en el estudio de Araujo [28], donde empleando fibras similares a las utilizadas en el presente estudio, para un contenido de FA de  $25 \text{ kg/m}^3$  y FP de  $600 \text{ g/m}^3$ , obtuvieron un slump de 3", además estableció que el mayor valor de asentamiento se obtuvo en la mezcla sin contenido de fibras, siendo 3.7", y a medida que se incrementó el contenido de FA el revenimiento disminuyó.

La temperatura de elaboración de las mezclas de concreto, depende mucho de la temperatura del ambiente o lugar donde se realiza, la máxima temperatura a la que se elaboró una mezcla de concreto en la presente investigación fue de  $31^\circ\text{C}$  y la mínima de  $21^\circ\text{C}$  (Fig.

37), considerando que la NTE E060 establece que la máxima temperatura a la que se puede elaborar una mezcla de concreto es de 32°C, ninguna de las mezclas elaboradas en este estudio excedió ese límite. En tanto Araujo [28] establece que la incorporación de fibras de acero y polipropileno en el concreto, no afecta la temperatura de la mezcla.

El contenido de aire en las mezclas frescas de concreto elaboradas, fue variado, los resultados se muestran en la Fig. 39 y 40, se evidencio que en los CP de ambos diseños se obtuvo 1% de contenido de aire. En tanto en ambos diseños se evidencia que las mezclas con FPm más FA obtuvieron valores mayores de contenido de aire, así para mezclas del grupo 1 el mayor valor de contenido de aire fue de 2.5% correspondiente a una mezcla con 900 g/m<sup>3</sup> de FPm + 20 kg/m<sup>3</sup> de FA, y para mezclas del grupo 2, el máximo valor fue de 2.5%, pero en este caso el contenido de FA fue de 45 kg/m<sup>3</sup>. Esto hace indicar que la presencia de las FA eleva el contenido de aire, por la misma disposición de las fibras dentro de esta. Contrastando esto con la investigación de Polo y Risco [33], quien, en su estudio, para una dosis de FA de 0, 35.77 y 71.54 kg/m<sup>3</sup>, determinaron un incremento en el contenido de aire a partir de la segunda adición de fibra, siendo este de 2%, en tanto con 0 y 35.77kg/m<sup>3</sup>, se obtuvo 1.5%; pudiendo identificar valores relativamente menores a los resultados producto de este estudio aplicado, para muestras con FA, y en este caso con mayor cantidad de adición.

Para peso unitario del concreto fresco, en ambos tipos de concretos trabajados, cuando se añadió solamente FPm, se produjeron descensos en valores del peso unitario, de manera más pronunciada en el diseño de f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, en relación al CP, como se observa en la Fig. 41 y 42, algo similar sucedió cuando se incorporó la FA más FPm, los valores de peso unitario disminuyeron más que los de las mezclas con solo FPm, como se observa en las mismas figuras antes mencionadas. Esto difiere con los resultados de los estudio previos considerados, así, Polo y Risco [33], en su estudio determinaron que al añadir la primera adición de FA (35.77 kg/m<sup>3</sup>) el peso unitario de la mezcla se incrementó respecto de la muestra control, obteniendo 2421.59 kg/m<sup>3</sup>, en tanto la muestra control 2349.15 kg/m<sup>3</sup>, mientras que cuando se incrementó la dosis de fibra (71.54 kg/m<sup>3</sup>) el peso unitario disminuyó



a  $2415.91 \text{ kg/m}^3$ , pero se mantuvo por superior al valor de la muestra control. Por su parte Ramos [26], determinó que para mezcla con solamente FP existió una disminución en el peso unitario respecto del concreto patrón, donde este último alcanzó  $2337.177 \text{ kg/m}^3$ , mientras que cuando se añadió la primera dosis de fibra  $400 \text{ g/m}^3$ , se redujo a  $2333.596 \text{ kg/m}^3$ , y a partir de allí a medida que se incrementó el contenido de fibra el peso unitario fue disminuyendo; en tanto cuando a la mezcla se le añadió, además de la FP, FA, los valores de peso unitario se vieron incrementados sucesivamente a medida que el contenido de ambas fibras se iba aumentando, precisando que trabajó con un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

Para compresión, en el presente estudio, con adición de FPm se lograron resultados superiores a los del CP, así para muestras del grupo 1, a los 28 días se obtuvieron valores de resistencia superiores en hasta 8.51% con referencia al CP ( $248 \text{ kg/cm}^2$ ), esto cuando la dosis de FPm fue de  $900 \text{ g/m}^3$  (0.04%), como se observa en la Fig. 43. Así mismo para muestras del grupo 2, con adición de FPm, se obtuvieron resultados superiores en hasta un 5.57% respecto del CP ( $318 \text{ kg/cm}^2$ ), esto cuando la dosis de FPm fue de  $900 \text{ g/m}^3$ , como muestra la Fig. 44. Lo que marcó en ambos casos una tendencia de incremento en los resultados a medida que la dosis de fibra aumentó. Esto guarda relación con el estudio aplicado por Ramos [26], quien determinó que a medida que se incrementó la dosis de FPm, la resistencia a la compresión se vio mejorada, llegando a superar en hasta 12.278% al resultado obtenido por el CP ( $294.934 \text{ kg/cm}^2$ ), con una dosis de FPm de  $800 \text{ g/m}^3$ . Así mismo es consistente con lo determinado en [19], pues empleando FP de tipo monofilamento logró determinar que la resistencia a compresión se incrementó a medida que se aumentaba el contenido de fibra, siendo el mayor contenido añadido (0.2%) el que mejor resultado permitió alcanzar, incrementando la resistencia en 22.13%.

Cuando se añadió FH de acero y polipropileno, los valores de capacidad a compresión mostraron una tendencia diferente, para muestras del grupo 1, el máximo incremento respecto del CP ( $248 \text{ kg/cm}^2$ ) fue de 9.95%, esto cuando la dosis de ambas fibras fue  $900 \text{ g/m}^3$  FPm (0.04%) +  $10 \text{ kg/m}^3$  FA (0.44%), a partir de allí a medida que se incrementó el contenido de FA en la combinación de FH, la resistencia disminuyó; sin embargo con la última

adición de FH, cuando la dosis de fibras fue de  $900 \text{ g/m}^3$  FPm +  $45 \text{ kg/m}^3$  FA (2%), el valor de resistencia alcanzado aún fue superior en 1.95% en relación al CP, como se puede observar en el Fig. 46. Lo mismo ocurrió con muestras del grupo 2, el máximo incremento alcanzado fue de 4.85% en relación al CP ( $318 \text{ kg/cm}^2$ ), en la primera adición, cuando la dosis de FH fue de  $900 \text{ g/m}^3$  FPm+ $10 \text{ kg/m}^3$  FA, y con la última dosis de FH ( $900 \text{ g/m}^3$  FPm+ $45 \text{ kg/m}^3$  FA) se obtuvo una resistencia promedio superior en 0.62% al CP, como se observa en la Fig. 48. Lo que evidentemente hace indicar que la presencia de las FA, si bien en un principio no tienen un impacto adverso en la resistencia a compresión, pero que a medida que los contenidos se van incrementando tienden a reducirla, siendo el contenido óptimo, en base a resultados del presente estudio,  $10 \text{ kg/m}^3$ . Esto es consecuente con la investigación de Ramos [26], pues precisa que cuando se adicionó FH de acero y polipropileno, obtuvo un incremento máximo cuando se añadió la primera dosis de ambas fibras, equivalente a un 9.639% respecto del CP ( $294.934 \text{ kg/cm}^2$ ), siendo la dosis de FPm de  $400 \text{ g/m}^3$  y la FA  $15 \text{ kg/m}^3$ , luego a medida que se incrementó la dosis de ambas fibras, la resistencia fue disminuyendo, hasta que cuando la dosis de FPm fue de  $800 \text{ g/m}^3$  y la de FA  $45 \text{ kg/m}^3$ , el valor de resistencia estuvo aún un 4.53% por sobre la resistencia del CP. Mientras que en [20], precisan que para un contenido de FH con 1.5% y 0.0% de FA y FPm respectivamente, obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión aumenta un 20%; sin embargo, en [19] precisan que la resistencia a la compresión se ve limitada en función de la fracción volumétrica de fibra.

En relación a la resistencia a flexión, para muestras del grupo 1, cuando se añadió solamente FPm en  $100 \text{ g/m}^3$ ,  $300 \text{ g/m}^3$ ,  $600 \text{ g/m}^3$  y  $900 \text{ g/m}^3$ , los resultados mostrados en la Fig. 49, indican incrementos sucesivos, siendo el máximo un 5.12% superior al CP (5.08 MPa) cuando la dosis de FPm fue de  $900 \text{ g/m}^3$ ; en tanto para muestras del grupo 2, la tendencia fue la misma, con solo FPm, el máximo valor obtenido superó en 8.14 % al CP (6.02 MPa), cuando la dosis de FPm fue de  $900 \text{ g/m}^3$ , como se muestra en la Fig. 50. Lo que es consecuente con Ramos [26], quien en su estudio, determinó que la adición de las FPm en el concreto, permitió un incremento en los valores de resistencia a la flexión, a medida que la

dosis de fibra se incrementó, logrando superar en hasta 15% la resistencia alcanzada por el CP (4.35 MPa), cuando la dosis de FPM fue de 800 g/m<sup>3</sup>.

Para resistencia a la flexión en muestras con FH de acero y polipropileno, en base a los resultados obtenidos, en el grupo 1, se lograron incrementos del 5.51%, 8.07%, 10.63% y 13.39%, para los diseños con 900 g/m<sup>3</sup> (0.04%) de FPM más FA en 10kg/m<sup>3</sup> (0.44%), 20 kg/m<sup>3</sup>(0.89%), 30 kg/m<sup>3</sup>(1.33%) y 45 kg/m<sup>3</sup>(2%), respectivamente, como se muestra en la Fig. 51. Mientras que en el grupo 2, de diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>, cuando se utilizó FH se marcó incrementos sucesivos de 5.32%, 9.14%, 13.95% y 20.27%, como se muestra en la Fig. 52. Esto guarda relación con lo determinado por Arokiaprakash y Selvan [21], para un contenido máximo de FH de acero y polipropileno en 1.5% obtuvo una resistencia a flexión máxima de 5.20 MPa, superando en 25,60% al concreto de la muestra control. Por su parte Karimipour y Ghalehnovi [23], en su investigación aplicada, determinaron que la incorporación de las FP incrementó la capacidad a flexión de las vigas ensayadas, entretanto las FA además de incrementar ligeramente la capacidad de flexión, se mejoró la deformación máxima.

En relación a la resistencia a la tracción por compresión diametral en [19] en su estudio determinaron que la resistencia a la tracción por división se vio incrementada a medida que se aumentaba el contenido de FP, siendo el máximo contenido (0.2%) el que mejores resultados permitió obtener; así mismo estableció que con la fracción volumétrica de fibra de acero en 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%, la resistencia a tracción por división se ve incrementada en 7,78%, 19,02%, 28,24% y 54,47%, respectivamente, . Por su parte Saeed [17], en su estudio realizado, precisa que se produce un incremento considerable en la resistencia a la tracción del concreto a medida que la fracción volumétrica de fibra de acero se incrementa, logrando un incremento de hasta 75 % cuando la dosis de fibra fue de 0.75%. Esta tendencia en los resultados se corrobora con lo expresado en el estudio de Arokiaprakash y Selvan [21], pues para un contenido óptimo de 1.5% de FH de acero y polipropileno obtuvieron una resistencia superior en 19.33% respecto del concreto convencional. De lo determinado en cada una de las investigaciones mencionadas, los resultados son consecuentes con lo obtenido en el presente estudio, así para muestras del grupo 1, cuando solamente se añadió

Fpm, se lograron incrementos sucesivos de 6%, 10%, 13% y 14%, respecto del CP (2.42MPa), para mezclas con 100 g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup>, 600 g/m<sup>3</sup> y 900 g/m<sup>3</sup> de Fpm, respectivamente, como se muestra en la Fig. 53; en tanto con la adición de FH el incremento producido fue constante, en un 10%, 18%, 22% y 28% en relación del CP, para diseños con Fpm constante en 900g/m<sup>3</sup> (0.04%) y FA en 10kg/m<sup>3</sup> (0.44%), 20 kg/m<sup>3</sup>(0.89%), 30 kg/m<sup>3</sup>(1.33%) y 45 kg/m<sup>3</sup>(2%),, respectivamente como se aprecia en la Fig. 55. En el grupo 2 las tendencias se mantuvieron, así, cuando solo se agregó Fpm, los incrementos fueron de 4%, 5%, 12% y 14% respecto del CP (2.59 MPa), para mezclas con 100 g/m<sup>3</sup>, 300 g/m<sup>3</sup>, 600 g/m<sup>3</sup> y 900 g/m<sup>3</sup> de Fpm, respectivamente, como se evidencia en la Fig. 54. Y para muestras con FH los valores de resistencia a la tracción se vieron incrementados en 16%, 24%, 31% y 48% en relación al CP, como se observa en la Fig. 56, para las mismas dosis de FH mencionadas en el grupo 1.

Con respecto al módulo de elasticidad, Ramos [26], en su investigación, determinó una variación, en función de los valores obtenidos en la resistencia a la compresión del concreto, así para muestras con solo Fpm, a medida que se incrementó la dosis de fibra, el valor del módulo de elasticidad se vio incrementado, así cuando la dosis fue de 800 g/m<sup>3</sup>, superó en 2.81% el valor del CP (257604.618 kg/cm<sup>2</sup>). Lo mismo ocurrió cuando se añadió ambas fibras, la tendencia marcada, estuvo sujeta a la tendencia marcada por los valores de resistencia a la compresión. Lo expresado en la investigación de Ramos, es concordante con los resultados determinados en esta investigación, donde para el grupo 1, el máximo valor promedio de Ec-real obtenido con ensayos a los 28 días, corresponde a muestras de 900 g/m<sup>3</sup>, lo cual representa un 5.60% más en relación del valor obtenido en muestras de CP, (155330.91 kg/cm<sup>2</sup>), como se muestra en la Tabla XVIII. En tanto para muestras con FH se determinó un incremento máximo de 10.12%, cuando el contenido de FA fue de 10kg/m<sup>3</sup>, esto respecto del Ec-real promedio alcanzado por muestras de CP, como se muestra en la Tabla XX. Mientras que para el grupo 2, el Ec-real promedio de especímenes con 900 g/m<sup>3</sup> fue un 6.64% superior al Ec-real obtenido en muestras de CP (180007.96 kg/cm<sup>2</sup>). Mientras que cuando se añadió FH las muestras con 900 g/m<sup>3</sup> de Fpm+10 kg/m<sup>3</sup> de FA alcanzaron un Ec-

real promedio equivalente a un 5.64% más en relación al  $E_c$ -real promedio alcanzado en muestras de CP, manteniendo así las mismas tendencias que los resultados de resistencia a la compresión.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1. Conclusiones

Para los agregados se determinó las propiedades físicas, donde del análisis granulométrico se obtuvo un módulo de fineza del agregado fino, equivalente a 2.959, un TMN de 3/4" para el agregado grueso. El peso unitario suelto fue  $1562.58 \text{ kg/m}^3$  y  $1417.66 \text{ kg/m}^3$ , para agregado fino y grueso, respectivamente, y  $1766.29 \text{ kg/m}^3$  y  $1587.30 \text{ kg/m}^3$ , para peso unitario compactado seco, respectivamente. Así mismo se obtuvo  $2.35$  y  $2.71 \text{ g/cm}^3$  de peso específico de masa y una absorción de 2.59% y 1.31%, para ambos agregados, respectivamente. Y un contenido de humedad de 1.52% para agregado fino y 0.40% para agregado grueso. Estando cada resultado dentro de los estándares de las normas NTP y ASTM.

Para los concretos patrones se determinó sus propiedades físicas, donde para el diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el asentamiento, temperatura de mezcla, contenido de aire y peso unitario fue de: 4", 25°, 1% y  $2368.61 \text{ kg/m}^3$ , respectivamente; mientras que para la mezcla de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvo 4.1/2", 23°, 1% y  $2394.16 \text{ kg/m}^3$ , correspondientemente. Respecto a sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad, a los 28 días, para el diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se obtuvo  $248 \text{ kg/cm}^2$ , 5.08 MPa, 2.42 MPa y  $E_c\text{-real} = 155330.91 \text{ kg/cm}^2$ , correspondientemente; en tanto para especímenes de diseño  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , el promedio obtenido fue de  $318 \text{ kg/cm}^2$ , 6.02 MPa, 2.59 MPa y  $180007.96 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente.

Se concluye para muestras de concreto con FPM, que la adición de esta fibra produjo efectos no trascendentes en sus propiedades físicas, con referencia al concreto patrón. En relación a sus propiedades mecánicas, la concentración de fibras de polipropileno micro

sintéticas mejoró la resistencia a la compresión del concreto, alcanzando el máximo valor cuando se añadió  $900 \text{ g/m}^3$ , logrando obtener una resistencia de  $269 \text{ kg/cm}^2$  y  $336 \text{ kg/cm}^2$ , para especímenes de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente, lo que representa un incremento del 8.51% y 5.57%, en relación a los valores obtenidos para el concreto patrón. Para la resistencia a la flexión los valores máximos obtenidos fueron de 5.34 MPa y 6.51 MPa, los cuales representan un incremento de 5.12% y 8.14%, esto para una dosis de fibra de polipropileno micro sintética en  $900 \text{ g/m}^3$ . Así mismo  $900 \text{ g/m}^3$ , fue la dosis óptima en resultados de resistencia a la tracción, alcanzando valores hasta de 2.76 MPa y 2.95 MPa, siendo estos un 14% más en relación a resultados de sus respectivos concretos patrones. Con respecto al módulo de elasticidad los máximos valores alcanzados en ambos diseños, fueron de  $164023.38 \text{ kg/cm}^2$  y  $191955.47 \text{ kg/cm}^2$ , que representan un incremento del 5.60% y 6.64%, correspondientemente, en relación a valores de las muestras control. Estableciendo un incremento en los resultados de propiedades mecánicas a medida que el contenido de fibra aumenta, con un óptimo contenido de  $900 \text{ g/m}^3$ .

Se concluye para muestras de concreto con adición de fibra híbrida de acero y microfibras de polipropileno, que la combinación de ambas fibras tubo impacto en las propiedades físicas del concreto, pues redujo la trabajabilidad de las mezclas, incrementó el contenido de aire y redujo ligeramente el peso unitario de la mezcla. En relación a sus propiedades mecánicas se concluye:

- a) Se determinó un aumento máximo de la resistencia a compresión cuando se añadió la primera dosis de fibra híbrida (FPm en  $900 \text{ g/m}^3$  y FA en  $10 \text{ kg/m}^3$ ), obteniendo valores de  $253 \text{ kg/cm}^2$  y  $320 \text{ kg/cm}^2$ , los cuales representan un incremento de 9.95% y 4.85%, para ambos diseños respectivamente ( $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), no obstante el incremento del contenido de fibra híbrida de acero y polipropileno por sobre la dosis óptima ocasionó un decrecimiento en la resistencia a compresión de los especímenes, debido a la presencia de numerosas fibras, lo que produjo problemas en la compactación y mayor contenido de vacíos; sin embargo, para todas las dosis de fibra

híbrida los valores de resistencia obtenidos estuvieron por sobre lo alcanzado en la muestra control.

- b) La adición de fibras híbridas produjo un incremento constante en la resistencia a la flexión en ambos grupos de especímenes ( $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), a medida que el contenido de fibra de acero aumentó, logrando valores de hasta  $5.48 \text{ MPa}$  y  $7.24 \text{ MPa}$ , que representan un aumento de  $13.39\%$  y  $20.27\%$ , respectivamente, en relación a la muestra control, esto para una dosis de  $900 \text{ g/m}^3$  de FPm más FA en  $45 \text{ kg/m}^3$ .
- c) Para la resistencia a la tracción, se determinó resultados máximos, de igual manera, cuando la dosis de fibra híbrida fue de  $900 \text{ g/m}^3$  de FPm más FA en  $45 \text{ kg/m}^3$ , alcanzando valores de hasta  $3.09 \text{ MPa}$  y  $3.82 \text{ MPa}$ , que representan incrementos del  $28\%$  y  $48\%$ , respectivamente, para ambos grupos de especímenes ( $210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , en ese orden).
- d) En cuanto al módulo de elasticidad los valores máximos obtenidos correspondieron a mezclas con  $900 \text{ g/m}^3$  de FPm más FA en  $10 \text{ kg/m}^3$ , siendo estos de  $171057.39 \text{ kg/cm}^2$  y  $190158.53 \text{ kg/cm}^2$ , para ambos grupos en el orden antes mencionado, mismos que representan incrementos en relación de su respectiva muestra control, de  $10.12\%$  y  $5.64\%$ .

## **4.2. Recomendaciones**

Se sugiere el desarrollo de estudios basados en un análisis profundo de la deformación y agrietamiento del concreto, con la incorporación de las mismas fibras y dosis consideradas.

Se recomienda estudios nuevos incrementando el contenido de fibra de polipropileno micro sintética.

Emplear las fibras de acero en elementos estructurales sometidos a cargas que generan flexión y tracción como losas y vigas, pues el efecto de la misma al incrementar los valores de resistencia de estas propiedades mecánicas, permitirá un mejorado comportamiento estructural; sin embargo, hurgue un análisis más minucioso del grado de

deformación y agrietamiento del concreto con este tipo de fibra, para determinar en qué situaciones su uso puede ser importante, ya que supone un incremento notorio en el costo de elaboración del concreto.



## REFERENCIAS

- [1] K. Cui, L. Xu, X. Li, X. Hu, L. Huang and F. Deng, "Fatigue life analysis of polypropylene fiber reinforced concrete under axial constant-amplitude cyclic compression," *Journal of Cleaner Production*, vol. 319, no. 128610, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128610>. [En línea].
- [2] E. Alwesabi, B. Bakar, I. Alshaikh, A. Zeyad, A. Altheeb and H. Alghamdi, "Experimental investigation on fracture characteristics of plain and rubberized concrete containing hybrid steel-polypropylene fiber," *Structures*, vol. 33, pp. 4421 - 4432, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.07.011>. [En línea].
- [3] A. Karimipour, M. Ghalehnovi and J. de Brito, "Effect of micro polypropylene fibres and nano TiO<sub>2</sub> on the fresh- and hardened-state properties of geopolymer concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 300, no. 124239, 2021. Doi : <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124239>. [En línea].
- [4] N. Liang, L. Ren, S. Tian, X. Liu, Z. Zhong, Z. Deng and R. Yan, "Study on the Fracture Toughness of Polypropylene–Basalt Fiber-Reinforced Concrete," *International Journal of Concrete Structures and Materials*, vol. 15, no. 35, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40069-021-00472-x>. [En línea].
- [5] G. Hui, J. Linzhi, T. Junlin, C. Yu, Z. Zhiqin and J. Bin, "Influence of a hybrid combination of steel and polypropylene fibers on concrete toughness," *Construction and Building Materials*, vol. 275, no. 122132, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.122132>. [En línea].
- [6] B. Hao, Y. Min, C. Yin, L. Yu y Y. Jianqiao, «Performance evaluation of steel-polypropylene hybrid fiber reinforced concrete under supercritical carbonation,» *Journal of Building Engineering*, vol. 43, n° 103159, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103159>. [En línea].
- [7] T. Hang, H. Kang y K. Tetsushi, «Effect of polypropylene and steel fibers on web-shear resistance of deep concrete hollow-core slabs,» *Engineering Structures*, vol. 210, n° 110273, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110273>. [En línea].
- [8] P. R. Kumar, . S. Balaji, K. Vidhya, S. Rohan Sadashiv y M. Arun, «The steel and polypropylene reinforced concrete beams: Shear behaviour study,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 27, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.181>. [En línea].
- [9] B. Cano, J. Galarza, J. Rodríguez y F. García, «Cracking Control in Mezzanine Floor Slabs using Rice Husk Ash and Polypropylene Fibers,» *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, vol. 758, n° 12065, 2020. Doi: 10.1088/1757-899X/758/1/012065. [En línea].
- [10] V. Torres, K. Chirinos y C. Cuervo, «Control of fissures generated by the retraction in rigid pavements, applying synthetic fibers of recycled polypropylene.,» *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, vol. 758, n° 12049, 2020. Doi: 10.1088/1757-899X/758/1/012049. [En línea].
- [11] C. Quispe, D. Lino, J. Rodríguez y A. Hinostroza, «Concrete Cracking Control in Underwater Marine Structures using Basalt Fiber,» *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering*, vol. 1054, n° 12008, 2021. Doi: 10.1088/1757-899X/1054/1/012008. [En línea].
- [12] L. Yacila y J. Salsavilca. "Aplicación de la fibra de acero galvanizado para el reforzamiento estructural de muros de albañilería confinada ante cargas cíclicas en su plano", tesis de pregrado. Univ. PUCP., Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14540>.

- [13] K. Carbajal y G. Portocarrero. "Estudio comparativo de la fisuración del concreto por retracción plástica con aditivos incorporadores de aire vs. fibras de polipropileno," tesis de pregrado. Univ. Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11419>.
- [14] C. Miranda y M. Rado. "Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac," tesis de pregrado. Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/628106>.
- [15] B. Cano y E. Galarza. "Propuesta de uso de cenizas de cáscara de arroz y fibras de polipropileno en diseños de mezclas de concreto para el control de fisuras en losas macizas entrepiso in-situ en la ciudad de Lima", tesis de pregrado. Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2020.. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654901>.
- [16] N. Diaz y D. Huamani. "Determinación de resistencia por flexión para plantear reforzamiento del concreto en losas macizas con fibras polietileno y polipropileno, Lima 2021", tesis de pregrado. Univ. César Vallejo, Lima, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/68349>.
- [17] R. Saeed, «A Case Study On Concrete Column Strength Improvement with Different steel fibers and polypropylene fibers.,» *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 8, pp. 6106-6114, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.10.005>. [En línea].
- [18] G. Hui, J. Tao, Y. Chen, L. Dan, J. Bin y Z. Yue, «Effect of steel and polypropylene fibers on the quasi-static and dynamic splitting tensile properties of high-strength concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 224, pp. 504-514, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.096>. [En línea].
- [19] B. Li, Y. Chi, L. Xu, Y. Shi y C. Li, «Experimental investigation on the flexural behavior of steel-polypropylene hybrid fiber reinforced concrete,» *Construction and Building Materials*, vol. 191, pp. 80-94, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.202>. [En línea].
- [20] H. Bao, M. Yu, Y. Chi, Y. Liu y J. Ye, «Performance evaluation of steel-polypropylene hybrid fiber reinforced concrete under supercritical carbonation,» *Journal of Building Engineering*, vol. 43, nº 103159, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103159>. [En línea].
- [21] A. Arokiaprakash y S. Selvan, «Experimental strength evaluation of steel-polypropylene hybrid fibre reinforced concrete,» *Journal of Engg. Research, ACMM Special Issue*, 2022. Doi: <https://doi.org/10.36909/jer.ACMM.16345>. [En línea].
- [22] L. Ali, M. El Ouni y A. Raza, «Tests of polypropylene macro synthetic fibers and GFRP reinforced concrete columns subjected to concentric and eccentric loading,» *Journal of Building Engineering*, vol. 43, .2021 .Doi: 10.1016/j.jobbe.2021.103100. [En línea]
- [23] A. Karimipour y M. Ghalehnovi, «Comparison of the effect of the steel and polypropylene fibres on the flexural behaviour of recycled aggregate concrete beams,» *Structures*, vol. 29, pp. 129-146, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.11.013>. [En línea].
- [24] B. Rai y N. Singh, «Statistical and experimental study to evaluate the variability and reliability of impact strength of steel-polypropylene hybrid fiber reinforced concrete,» *Journal of Building Engineering*, vol. 44, 2021. Doi: 10.1016/j.jobbe.2021.102937. [En línea].
- [25] H. Yun, G. Jeong y W. Choi, «Shear strengthening of high strength concrete beams that contain hooked-end steel fiber,» *Materials*, vol. 15, nº 1, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/ma15010017>. [En línea].
- [26] N. D. M. Ramos. "Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero," tesis de pregrado. Univ. Nacional de

- Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2875>
- [27] E. L. Cuenca y C. S. Solórzano. “Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018,”. tesis de pregrado. Univ. César Vallejo, Trujillo, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31442>.
- [28] A. J. Araujo. “Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2018”, tesis de pregrado, Univ. César Vallejo, Trujillo, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31728>.
- [29] Y. A. Machuca. “Efecto de la incorporación de fibra de polipropileno en las propiedades físico – mecánicas de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>,” tesis de pregrado, Univ. Peruana los Andes, Huancayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/3015>.
- [30] R. N. Saenz. “Estudio del concreto con fibras de polipropileno y cemento portland tipo I para A/C:0.60”, tesis de pregrado, Univ. Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/20562>.
- [31] W. R. Carhuapoma. “Efecto de la fibras de polipropileno para concretos de resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup>, elaborados con agregados de la cantera de Cochamarca-Pasco,” tesis de pregrado, Univ. Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/332>.
- [32] K. Y. Sanchez. “Aplicación de la fibra de polipropileno sikafiber para optimizar las propiedades del concreto en la Provincia de Pisco – 2021,” tesis de pregrado. Univ. César Vallejo, Pisco, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74166>.
- [33] J. Polo y J. J. Risco. “Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018”, tesis de pregrado. Univ. Privada de Trujillo, Trujillo, Perú, 2018.[En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/68>.
- [34] F. E. Sandoval. “Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, lambayeque 2020”, tesis de pregrado. Univ. Señor de Sipán, Pimentel, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9655/Sandoval%20Siesquen%20Fernando%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [35] NTP 339.047, «Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados,» 2021. [En línea]. Available: <https://salalecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=33397&idtv=9215>.
- [36] Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala - ICCG, «Boletín Técnico ICCG Ventajas del concreto autocompactable en la construcción industrializada,» Guatemala. 2019. [En Línea].Disponible en: <https://www.iccg.org.gt/index.php/component/phocadownload/category/17-boletines-tecnicos?download=447:boletin-tecnico-iccg-09>.
- [37] Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), «NORMA E.060 Concreto Armado,» 2019. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>.
- [38] CEMEX, «Agregados, arena amarilla,» Cemexcolombia.com, Accedido: 15 enero 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.cemexcolombia.com/productos/agregados/arena-amarilla>.
- [39] D. Darwin y C. W. Dolan. *Design of concrete structures*, 1ed. McGraw-Hill Education, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/ireader/17303993>.

- [40] M. Alexander, B. Arnon y M. Sidney, *.Durability of Concrete: Design and Construction*, 1ed. CRC Press: 2017, . [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/ireader/6026812>.
- [41] S. Mehdi-Ashraf, *Practical Design of Reinforced Concrete Buildings*, Routledge, 2017.
- [42] Aceros Arequipa, «Manual del Maestro Constructor,» .Accedido: 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor>.
- [43] Asociación de productores de cemento, «Tecnología del cemento: Los cementos adicionados,» ASOCEM.org.pe, .Accedido: 2022. [En línea]. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/tecnologia-del-cemento-los-cementos-adicionados>.
- [44] F. Lamus y S. Andrade. *Concreto reforzado: fundamentos*, 1ed. Ecoe Ediciones, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/70445>.
- [45] M. N. Hassoun y A. Al-Manaseer. *Structural Concrete: Theory and Design*, 7ed. Wiley, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/dl/6130917/bc1fcd>.
- [46] C.-K. Wang, C. G. Salmon, J. A. Pincheira y G. J. Parra-Montesinos, *Reinforced concrete design*, 8ed. New York, Estados Unidos: Oxford University Press, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://herbycalvinpascal.files.wordpress.com/2019/04/37.-reinforced-concrete-design.pdf>.
- [47] J. C. McCormac y R. H. Brown. *Diseño de concreto reforzado : edición 318-14 del Códico ACI*, 10a ed. Alfaomega, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/book/11012237/95e58d>.
- [48] A. Surahyo. *Concrete Construction: Practical Problems and Solutions*, 1ed. Springer International Publishing, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/ireader/4981372>.
- [49] S. Harvinder. *Steel Fiber Reinforced Concrete: Behavior, Modelling and Design*. Springer Singapore, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/ireader/2838093>.
- [50] W. Chengqing, L. Jun y S. Yu. *Development of Ultra-High Performance Concrete against Blasts: From Materials to Structures*. Woodhead Publishing, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://es.b-ok.lat/book/3521183/847393>.
- [51] Sika Perú S.A, «Sika Informaciones Técnicas. Concreto reforzado con fibras,» 2014. [En línea]. Disponible en: <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/6/Concreto%20reforzado%20con%20fibras.pdf>.
- [52] 'Sika Perú, «SikaFiber® Force PP-48 / RAD-48s,» Sika Perú, .Accedido: 2019. [En línea]. Disponible en: [https://arg.sika.com/content/dam/dms/ar01/v/sikafiber\\_force\\_pp-48rad-48s.pdf](https://arg.sika.com/content/dam/dms/ar01/v/sikafiber_force_pp-48rad-48s.pdf).
- [53] CONSTRUSOL, «Macrofibras de Polipropileno,» .Construsol.co, .Accedido: 20 enero 2022. [En línea]. Disponible en: <https://construsol.co/productos/macrofibras-de-polipropileno/>.
- [54] SiKa Perú, «SikaFiber® CHO 80/60 NB,» .Accedido: 2014. [En línea]. Disponible en: <https://per.sika.com/dms/getdocument.get/f32c98b1-1005-3949-b484-aea00f917f11/Sika%20Fiber%20CHO%2080%2060%20NB.pdf>.
- [55] R. A. Serway y J. W. Jewett. *Física para ciencias e ingeniería*, 9ed. Cengage Learning, 2015.
- [56] L. C. Escudero Sanchez y L. A. Cortez Suárez. *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala, Ecuador: Ediciones UTMACH, 2018. [En línea]. Disponible en: [www.utmachala.edu.ec](http://www.utmachala.edu.ec).
- [57] G. P. Guevara Alban, A. E. Verdesoto Arguello y N. E. Castro Molina, «Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de

- investigación-acción),» *Recimundo*, vol. 4, n° 3, pp. 163-173, 2020. Doi: [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173). [En línea].
- [58] Sika Perú S.A, «Sika Informaciones Técnicas. Concreto reforzado con fibras,» Accedido: 10 ener 2020. [En línea]. Disponible en: [https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras\\_Brochure.pdf](https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf).
- [59] E. D. Cabezas, D. Andrade y J. Torres. *Introducción a la metodología de la investigación científica*, 1ed. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018.
- [60] G. Baena. *Metodología de la investigación*, 3ed. Grupo Editorial Patria, 2017. [En línea]. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf).
- [61] Colegio de Ingenieros del Perú, «Códigp de ética del Colegio de Ingenieros del Perú,» Cip.org.pe, .Accedido: 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/reglamentos/>.
-

# ANEXOS

## 6.1. Ensayos de laboratorios de los agregados

### 6.1.1 Granulometría del Agregado Fino

#### Anexo 1. Análisis granulométrico de agregado fino; Cantera La Victoria, Pátapo.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswac.com

#### Formato Interno

**Solicitante** : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha** : 28 de Abril, 2022

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

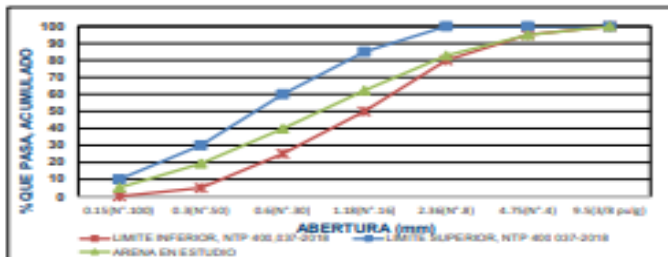
**Peso Inicial Muestra** : 985.0  
: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

Malla	Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0
3/8"	9.520	0.00	0.0	0.0
Nº 004	4.750	50.00	5.1	5.1
Nº 008	2.360	120.00	12.2	17.3
Nº 016	1.180	202.00	20.5	37.8
Nº 030	0.600	221.00	22.4	60.2
Nº 050	0.300	202.00	20.5	80.7
Nº 100	0.150	140.00	14.2	94.9
<b>FONDO</b>		<b>50.00</b>	<b>5.1</b>	<b>100.0</b>

Módulo de fineza =	2.950
Aberura de malla de referencia =	4.750

ABERTURA	LIMITE INFERIOR NTP: 400.037: 2018	LIMITE SUPERIOR NTP: 400.037: 2018	ARENA EN ESTUDIO
0.15(Nº 100)	0	10	5.08
0.3(Nº 50)	5	30	19.29
0.6(Nº 30)	25	60	39.8
1.18(Nº 16)	50	85	62.23
2.36(Nº 8)	80	100	82.74
4.75(Nº 4)	95	100	94.92
9.5(Nº 20)	100	100	100

CURVA GRANULOMÉTRICA -LIMITES NTP



Observaciones :



## 6.1.2 Granulometría del Agregado Grueso.

### Anexo 2. Análisis granulométrico de agregado Grueso; Cantera Pacherras – Pacherras.



**LEMS W&C** EIRL

RNP Servicios 50000000

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycirf.com

#### Formato Interno

**Solicitante** : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Quijar José Yoner

**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

**Lugar** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha de ensayo** : 28 de Abril, 2022

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

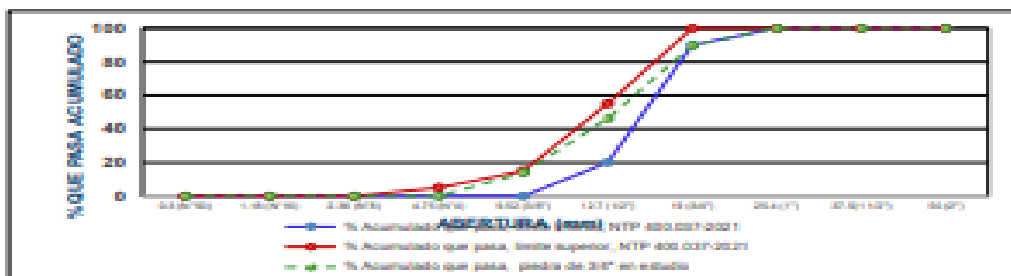
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial 5000.0

Muestra : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.000	0.00	0	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	505	10.1	10.1	89.9
1/2"	12.700	2185	43.7	53.8	46.2
3/8"	9.520	1613	32.3	86.1	13.9
Nº 004	4.750	695	13.9	100.0	0.0
<b>FONDO</b>		0	0.0	100.0	0.0
		5000.0	Tamaño Máximo =	1"	
			Tamaño Máximo Nominal =	3/4"	

ABERTURA	LÍMITE INFERIOR NTP-400.007-2018	LÍMITE SUPERIOR NTP-400.007-2018	PIEDRA EN ESTUDIO
0.3 (Nº50)	0	0	0
0.6 (Nº25)	0	0	0
1.18 (Nº16)	0	0	0
2.36 (Nº8)	0	0	0
4.75 (Nº4)	0	5	0.0
9.52 (3/8")	0	15	13.9
12.7 (1/2")	20	55	46.2
19 (3/4")	50	100	89.9
25.4 (1")	100	100	100.0
37.5 (1 1/2")	100	100	100.0
50 (2")	100	100	100.0



Observaciones :

LEMS W&C EIRL  
WILSON CLAYA AGUIRRE  
ING. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y SUAVES

Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

### 6.1.3. Peso Unitario del Agregado Fino

#### Anexo 3. *Peso unitario de agregado fino; Cantera La Victoria - Pátapo.*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### Formato Interno

**Solicitante** : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

**Lugar** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha de ensayo** : 27 de Abril, 2022

**Ensayo** : Peso unitario del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : **Arena Gruesa - La Victoria - Patapo**

#### 1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de muestra	(kg.)	22	21.300	21.9
.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0137	0.01370	0.01370
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1605.839	1554.745	1598.540
.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1586.37		
.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1562.58		

#### 2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de muestra	(kg.)	24.4	24.70	24.6
.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.01370	0.01370	0.01370
.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1781.02	1802.92	1795.62
.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1793.19		
.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1766.29		

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-566 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000.00		1000.00
.- Peso de muestra seca	(gr.)	985.00		985.00
.- Contenido de humedad	(%)	1.52		1.52
.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.52		

Observaciones :

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## 6.1.4. Peso Unitario del Agregado Grueso

### Anexo 4. *Peso unitario de agregado grueso; Cantera Pacherras – Pacherras.*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### Formato Interno

**Solicitante** : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

**Lugar** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha de ensayo** : 27 de Abril, 2022

**Ensayo** : Peso unitario del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : **Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras**

#### **1.- PESO UNITARIO SUELTO**

- Peso de muestra	(Kg.)	19.4	19.5	19.6
- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.01370	0.0137	0.0137
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1416.058	1423.358	1430.657
- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1423.36		
- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1417.664		

#### **2.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

- Peso de muestra	(Kg.)	21.8	21.7	22
- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.0137	0.0137	0.0137
- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1591.24	1583.94	1605.84
- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1593.67		
- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1587.30		

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-566 ó N.T.P. 339.185

- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000.00		3000.00
- Peso de muestra seca	(gr.)	2988.00		2988.00
- Contenido de humedad	(%)	0.40		0.40
- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.402		

Observaciones :



## 6.1.5. Peso Específico y Absorción de Agregado Fino

### Anexo 5. *Peso específico y absorción de agregado fino; Cantera La Victoria - Patapo*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### Formato Interno

**Solicitante** : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno

**Lugar** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha de ensayo** : 29 de Abril, 2022

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra : **Arena Gruesa - La Victoria - Patapo**

#### I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	963.8	963.8
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	671.4	671.4
3.- Peso del agua	(gr)	292.4	292.4
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	658.8	658.8
5.- Peso del frasco NS 19/26 fiola #2	(gr)	171.4	171.4
6.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	487.4	487.4
7.- Volumen del frasco	(cm <sup>3</sup> )	500.0	500.0

#### II. RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.348	2.348
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.409	2.409
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.095	1.095
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.59	2.59

Observaciones :

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.1.6. Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso

Anexo 6. Peso específico y absorción de agregado grueso; Cantera Pacherras – Pacherras.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

### Formato Interno

**Solicitante** : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades fisico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno

**Lugar** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de ensayo** : 29 de Abril, 2022

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra : **Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras**

### I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	2988.00	2988.00
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	3027.00	3027.00
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2952.00	2952.00
4.- Peso de la canastilla	(gr)	1026.00	1026.00
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1926.00	1926.00

### II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.714	2.71390
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.749	2.749
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.814	2.814
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.31	1.31

Observaciones :

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.2. Diseño de Mezclas del Concreto Patrón

### 6.2.1. Diseño de Mezclas del Concreto Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Anexo 7. Diseños de mezcla de concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , pág. 01 de 02.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: servicios@lemswycerl.com

#### INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 1 de Mayo del 2022.

#### DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUNA.  
2.- Peso específico :  $3120 \text{ Kg/m}^3$

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.348	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.409	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	1562.58	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	1766.29	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	2.59	%
6.- Contenido de humedad	1.5	%
7.- Módulo de fineza	2.96	

##### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.714	$\text{gr/cm}^3$
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.749	$\text{gr/cm}^3$
3.- Peso unitario suelto	1417.66	$\text{Kg/m}^3$
4.- Peso unitario compactado	1587.30	$\text{Kg/m}^3$
5.- % de absorción	1.31	%
6.- Contenido de humedad	0.4	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.1	94.9
Nº 08	12.2	82.7
Nº 16	20.5	62.2
Nº 30	22.4	39.8
Nº 50	20.5	19.3
Nº 100	14.2	5.1
Fondo	5.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	10.1	89.9
1/2"	43.7	46.2
3/8"	32.3	13.9
Nº 04	13.9	0.0
Fondo	0.0	0.0

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno

Fecha de vaciado : 1 de Mayo del 2022.

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL** **F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	: 4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	: 2369	Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 7 días	: 242	Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	: 115	%
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	: 8.6	bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	: 0.667	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	364	362	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - QUNA.
Agua	243	253	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	801	888	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	961	859	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	2.20	2.64	28.4	Lts/pe <sup>3</sup>

Proporción en volumen :

1.0	2.12	2.80	28.4	Lts/pe <sup>3</sup>
-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

## 6.2.1. Diseño de Mezclas del Concreto Patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 8. Diseños de mezcla de concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

#### INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Proyecto / Obra : Vásquez Guívar Jose Yoner  
Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 1 de Mayo del 2022.

#### DISEÑO DE MEZCLAS

##### A. REQUERIMIENTOS :

Resistencia Especificada : 280 Kg/cm<sup>2</sup>.  
Uso :  
Cemento : Quna Tipo I 3.11  
Coeficiente de Variación estimado:  
Agregados :  
Piedra Cantera : Pacherras  
Arena Cantera : La Victoria.  
Características :  
ARENA PIEDRA  
Humedad Natural 1.520 0.40 %  
Absorción 2.90 1.31 %  
Peso Especifico de Masa 2.35 2.71  
Peso Unitario Varillado 1.77 1.59 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Unitario Suelto Seco 1.56 1.42 g/cm<sup>3</sup>  
Módulo de Fineza 2.96  
Tamaño Max. Nominal Del agregado 3/4"

##### B. DOSIFICACION

###### 1. Selección de la relación Agua - Cemento ( A/C )

Para lograr una resist. promedio de : 280 + 42 = 322 kg/cm<sup>3</sup>  
se requiere una relación A/C = 0.5192

Por condiciones de exposición

se requiere una relación A/C =

Por condiciones de exposición

Luego la relación agua/cemento de diseño es : 0.519

###### 2. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

Para un asentamiento de : 3" a 4" = 222 litros/m<sup>3</sup> Aire : 2 %

###### 3. Contenido de cemento

222 / 0.5192 = 427.58 kg/m<sup>3</sup> Aprox. 10.08 bolsas/m<sup>3</sup>

###### 4. Estimación del contenido de agregado grueso

0.58 m<sup>3</sup> x 1587.30 kg/m<sup>3</sup> = 915.20 kg

###### 5. Estimación del contenido de Agregado Fino

Volumen de Agua 222 / 1000 = 0.222 m<sup>3</sup> 2.2  
Volumen solido de cemento 427.58 / 2968 = 0.144 m<sup>3</sup> 4  
Volumen sólido de Agreg. grueso : 915.20 / 2712.66 = 0.337 m<sup>3</sup>  
Volumen de aire = 0.020 m<sup>3</sup>

Volumen sólido de arena requerido: 0.723 m<sup>3</sup>

Peso de arena seca requerida : 0.277 x 2347.93 = 649.34 kg

###### 6. Resumen de Materiales por Metro Cúbico

Agua ( Neta de Mezclado ) = 222 litros  
Cemento = 428 Kg  
Agregado Grueso = 915 Kg  
Agregado Fino = 649 Kg

###### 7. Ajuste por humedad del agregado

Por humedad total ( pesos ajustados )

Agreg grueso : 915.20 ( 1 + 0.40 / 100 ) = 918.87

Agregado fino : 649.34 ( 1 + 1.52 / 100 ) = 659.21

Agua para ser añadida por corrección por absorción

Agregado grueso 915.20 ( 1.31 - 0.40160643 / 100 ) = 8.31359144

Agregado fino 649.34 ( 2.90 - 1.52 / 100 ) = 8.96084583

kg

17.2744373

222 - 17 = 239

8. Resumen

Agua efectiva ( Total de Mezclado )	=	239.274	litros
Cemento	=	427.581	kg
Agregado Grueso ( Húmedo )	=	918.873	kg
Agregado Fino ( Húmedo )	=	659.207	kg
		2245	

DOSIFICACIÓN EN PESO	Cemento		Agregado Fino		Agregado Grueso		Agua	
	1	:	1.54	:	2.15	/	23.783	litros/saco
Relación agua - cemento de diseño :	222	/	427.58	=			0.5192	
Relación agua - cemento efectiva :	239	/	427.58	=			0.5596	

tanda de ensayo

Cemento	=	427.581	x	0.14061	=	60.12	kg
Agregado Fino ( Húmedo )	=	659.207	x	0.14061	=	92.69	kg
Agregado Grueso ( Húmedo )	=	918.873	x	0.14061	=	129.20	kg
Agua efectiva ( Total de Mezclado )	=	239.274	x	0.14061	=	33.64	kg
		2244.9				—	

315.66


**LEMS W&C EIRL**  
  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**

6.3. Asentamiento del Concreto

**Anexo 9. Asentamiento del concreto para diseños  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: servicios@lemswycseirl.com

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de apertura : domingo, 1 de Mayo de 2022  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento	
		$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
D-01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	1/05/2022	4.00	10.16
D-02	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	4.00	10.16
D-03	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	4.00	10.16
D-04	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	4.00	10.16
D-05	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	3.00	7.62
D-06	CONCRETO PATRÓN 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	2/05/2022	4.50	11.43
D-07	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	3.75	9.53
D-08	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	4.25	10.80
D-09	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	4.00	10.16
D-10	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	4.00	10.16
D-11	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	3.25	8.26
D-12	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	4.00	10.16
D-13	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	3.00	7.62
D-14	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2.50	6.35
D-15	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	3.50	8.89
D-16	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	3.25	8.26
D-17	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	3.00	7.62
D-18	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2.75	6.99

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**6.4. Temperatura del Concreto**



**Anexo 10. Temperatura del concreto para diseños  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de apertura : domingo, 1 de Mayo del 2022  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Temperatura (C°)
		$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	
D-01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	1/05/2022	25
D-02	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	25.5
D-03	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30
D-04	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30.5
D-05	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	26
D-06	CONCRETO PATRÓN 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	2/05/2022	23
D-07	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	27
D-08	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	26
D-09	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	24
D-10	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	24
D-11	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	27
D-12	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	24
D-13	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	22
D-14	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21
D-15	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	23
D-16	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22
D-17	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22.5
D-18	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

**6.5. Contenido de Aire en el Concreto**

**Anexo 11. Contenido de aire en el concreto para diseños  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : **Evaluación de las propiedades fisico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.**

Ubicación : Chiclayo-Lambayeque

Fecha de apertura : domingo, 1 de Mayo de 2022

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Contenido de aire (%)
		$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	
D-01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	1/05/2022	1%
D-02	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	0.9%
D-03	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	1.5%
D-04	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	1.1%
D-05	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	1.5%
D-06	CONCRETO PATRÓN 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	2/05/2022	1%
D-07	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	1%
D-08	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	0.9%
D-09	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	1.3%
D-10	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	1.1%
D-11	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 600 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2.2%
D-12	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2.5%
D-13	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	1.9%
D-14	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	1.3%
D-15	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2%
D-16	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1.8%
D-17	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1.5%
D-18	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2.5%

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

**Anexo 12. Peso unitario en el concreto para los diseños  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: [servicios@lemswycseirl.com](mailto:servicios@lemswycseirl.com)

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Lambayeque

Fecha de apertura : domingo, 1 de Mayo de 2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón(concreto)

Referencia : NTP: 339.046:2008

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
		$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	
D-01	CONCRETO PATRÓN 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	1/05/2022	2368.61 kg/m <sup>3</sup>
D-02	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	2364.96 kg/m <sup>3</sup>
D-03	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	2364.96 kg/m <sup>3</sup>
D-04	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	2366.42 kg/m <sup>3</sup>
D-05	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	2368.61 kg/m <sup>3</sup>
D-06	CONCRETO PATRÓN 280 kg/cm <sup>2</sup>	280	2/05/2022	2394.16 kg/m <sup>3</sup>
D-07	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 100 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	2372.14 kg/m <sup>3</sup>
D-08	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 300 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	2371.00 kg/m <sup>3</sup>
D-09	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 600 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	2372.43 kg/m <sup>3</sup>
D-10	CONCRETO CON FIBRA DE POLIPROPILENO - 900 g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	2368.14 kg/m <sup>3</sup>
D-11	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2334.43 kg/m <sup>3</sup>
D-12	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2293.14 kg/m <sup>3</sup>
D-13	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2346.14 kg/m <sup>3</sup>
D-14	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	2340.57 kg/m <sup>3</sup>
D-15	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 10 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2357.71 kg/m <sup>3</sup>
D-16	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 20 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2355.71 kg/m <sup>3</sup>
D-17	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 30 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2352.86 kg/m <sup>3</sup>
D-18	CONCRETO CON F.POLIPROPILENO + F. ACERO 900 g/m <sup>3</sup> - 45 kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	2351.86 kg/m <sup>3</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**6.7.1. Resistencia a la Compresion del Concreto Patron  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

## Anexo 13. Resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 1 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01):

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	$f'c$	$f'c$ (promedio)
Nº		$f'c$	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	( $\text{cm}^2$ )	( $\text{Kg/Cm}^2$ )	( $\text{Kg/Cm}^2$ )
01	Testigo 1 - CP 210	210	1/05/2022	8/05/2022	7	34664	15.22	182	190	212
02	Testigo 2 - CP 210	210	1/05/2022	8/05/2022	7	42777	15.29	184	233	
03	Testigo 3 - CP 210	210	1/05/2022	8/05/2022	7	38721	15.23	182	213	
04	Testigo 1 - CP 210	210	1/05/2022	15/05/2022	14	44320	15.19	181	244	238
05	Testigo 2 - CP 210	210	1/05/2022	15/05/2022	14	44790	15.25	183	245	
06	Testigo 3 - CP 210	210	1/05/2022	15/05/2022	14	40915	15.20	181	225	
07	Testigo 1 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	43370	15.08	179	243	244
08	Testigo 2 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	42962	15.15	180	238	
09	Testigo 3 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	45917	15.13	180	255	
10	Testigo 4 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	43665	15.20	181	241	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.7.2. Resistencia a la Compresión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 14. Resistencia a la Compresión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	$f'c$	$f'c$ (promedio)
Nº		$f'c$	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	42094	15.15	180	234	222 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	39709	15.28	183	217	
03	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	39355	15.25	183	215	
04	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	43811	15.27	183	239	241 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	44688	15.32	184	243	
06	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	43071	15.11	179	240	
07	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	44378	15.21	182	244	254 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	47949	15.14	180	266	
09	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	45447	15.02	177	257	
10	Testigo 4 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	44422	15.07	178	249	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.7.3. Resistencia a la Compresión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Anexo 15. Resistencia a la Compresión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

**DISEÑO PATRÓN (DM-01)**

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	f'c	f'c (promedio)
Nº		f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	40600.38	15.27	183	222	230 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	42873.29	15.17	181	237	
03	Testigo 3 - CFP-00g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	42377.71	15.27	183	232	
04	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	44926.96	15.38	186	242	244 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	42821.28	15.34	185	232	
06	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	46519.73	15.15	180	258	
07	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	46738.97	15.21	182	257	260 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	47949.35	15.29	183	261	
09	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	47734.20	15.28	183	260	
10	Testigo 4 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	46799.13	15.17	181	259	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.7.4. Resistencia a la Compresión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 16. Resistencia a la Compresión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycairl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	f'c	f'c (promedio)
Nº		f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	39122.83	15.23	182	215	236 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	44280.47	15.19	181	244	
03	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	45511.25	15.26	183	249	
04	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	44422.21	15.38	186	239	248 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	45445.99	15.28	183	248	
06	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	46156.72	15.10	179	258	
07	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	47043.86	15.26	183	257	266 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	48468.38	15.26	183	265	
09	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	48912.97	15.26	183	268	
10	Testigo 4 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	49590.05	15.20	181	273	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.7.5. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 17. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	$f'c$	$f'c$ (promedio)
Nº		$f'c$	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	42886.54	15.16	181	238	242 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	45051.37	15.30	184	245	
03	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	9/05/2022	7	44420.17	15.26	183	243	
04	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	45606.08	15.38	186	245	251 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	45060.54	15.27	183	246	
06	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	16/05/2022	14	46805.25	15.10	179	262	
07	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	47777.02	15.26	183	261	269 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	48053.36	15.25	183	263	
09	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	49884.74	15.26	183	273	
10	Testigo 4 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210	2/05/2022	30/05/2022	28	50538.37	15.20	181	279	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.





## 6.7.6. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 18. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceir.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Tipo de mezcla : Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibras de polipropileno microsintéticas más fibra de acero en 10 kg/m<sup>3</sup>

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	$f'c$	$f'c$ (promedio)
Nº		$f'c$	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	44550	15.23	182	244	238 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	41723	15.31	184	227	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	44280	15.26	183	242	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	46021	15.24	182	252	254 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	45779	15.25	183	251	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	46866	15.19	181	259	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	45571	15.25	183	249	273 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	52803	15.28	183	288	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	50605	15.36	185	273	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	51319	15.29	184	280	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.7.7. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 19. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Tipo de mezcla : Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibras de polipropileno microsintéticas más fibra de acero en 20 kg/m<sup>3</sup>

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	40360	15.24	182	221	231 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	41874	15.24	182	230	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	43400	15.11	179	242	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	44419	15.27	183	243	247 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	44768	15.31	184	243	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	46547	15.20	181	257	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	46838	15.25	183	256	261 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	50515	15.26	183	276	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	47372	15.26	183	259	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	46045	15.22	182	253	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.7.8. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 20. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Tipo de mezcla : Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibras de polipropileno microsintéticas más fibra de acero en 30 kg/m<sup>3</sup>

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	40217	15.26	183	220	223 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	39321	15.26	183	215	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	42345	15.17	181	234	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	44420	15.27	183	243	243 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	43998	15.27	183	240	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	45221	15.27	183	247	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	47198	15.27	183	258	256 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	47433	15.25	183	260	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	46615	15.20	181	257	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	45503	15.19	181	251	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.7.9. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 21. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycuir.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Tipo de mezcla : Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibras de polipropileno microsintéticas más fibra de acero en 45 kg/m<sup>3</sup>

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	40343	15.26	183	221	219 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	42110	15.27	183	230	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	21/05/2022	7	37563	15.24	182	206	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	43703	15.27	183	239	240 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	43567	15.28	183	238	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	28/05/2022	14	43975	15.18	181	243	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	47068	15.25	183	258	253 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	43791	15.23	182	240	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	47146	15.25	183	258	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	210	14/05/2022	11/06/2022	28	46433	15.24	182	255	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.8. Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### 6.8.1. Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 22. Resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycir.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM):

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	$f'c$	$f'c$ promedio
Nº		$f'c$	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	( $\text{cm}^2$ )	( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )	$\text{kg}/\text{cm}^2$
01	CP-7d	280	2/05/2022	9/05/2022	7	45300	15.06	178	254	256
02	CP-7d	280	2/05/2022	9/05/2022	7	45638	15.01	177	258	
03	CP-7d	280	2/05/2022	9/05/2022	7	44995	15.00	177	255	
04	CP-14d	280	2/05/2022	16/05/2022	14	45749	15.23	182	251	277
05	CP-14d	280	2/05/2022	16/05/2022	14	52973	15.25	183	290	
06	CP-14d	280	2/05/2022	16/05/2022	14	51527	15.05	178	290	
07	CP-28d	280	2/05/2022	30/05/2022	28	59544	15.20	181	328	318
08	CP-28d	280	2/05/2022	30/05/2022	28	53623	15.29	184	292	
09	CP-28d	280	2/05/2022	30/05/2022	28	59379	15.13	180	330	
10	CP-28d	280	2/05/2022	30/05/2022	28	58450	15.20	181	322	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.8.2. Resistencia a la Compresión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 23. Resistencia a la Compresión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycuir.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	$f'c$	$f'c$ promedio
Nº		$f'c$	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>
01	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	50927	15.23	182	279	271
02	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	47282	15.22	182	260	
03	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	48570	15.06	178	273	
04	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	54897	15.28	183	299	291
05	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	50449	15.31	184	274	
06	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	53083	15.06	178	298	
07	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59444	15.26	183	325	324
08	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	57940	15.26	183	317	
09	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	58953	15.18	181	326	
10	Testigo 4 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59172	15.16	181	328	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



### 6.8.3. Resistencia a la Compresión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 24. Resistencia a la Compresión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Diámetro	Área	f'c	f'c promedio
		f'c	(Días)	(Días)	(Días)	(Kgf)	(Cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>
01	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	51712	15.26	183	283	288
02	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	52677	15.22	182	289	
03	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	52162	15.06	178	293	
04	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	58649	15.27	183	320	312
05	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	57952	15.27	183	316	
06	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	53601	15.06	178	301	
07	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59379	15.30	184	323	328
08	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59105	15.24	182	324	
09	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	58869	15.08	179	330	
10	Testigo 4 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	60025	15.12	180	334	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.8.4. Resistencia a la Compresión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 25. Resistencia a la Compresión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c promedio kg/cm <sup>2</sup>
01	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	52226	15.28	183	285	291
02	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	51941	15.26	183	284	
03	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	54623	15.14	180	303	
04	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	58817	15.22	182	323	320
05	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	57720	15.28	183	315	
06	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	58280	15.17	181	323	
07	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59583	15.24	183	326	331
08	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59105	15.28	183	322	
09	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	61041	15.19	181	337	
10	Testigo 4 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	61441	15.22	182	338	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.





## 6.8.5. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 26. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con  
: fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la  
: compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

#### DISEÑO PATRÓN (DM-01)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ promedio kg/cm <sup>2</sup>
01	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	50538	15.22	182	278	294
02	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	55028	15.23	182	302	
03	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	54471	15.16	181	302	
04	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	57634	15.23	182	317	324
05	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	59676	15.23	182	328	
06	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	59004	15.17	181	327	
07	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	60830	15.26	183	332	336
08	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	59787	15.26	183	327	
09	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	61418	15.08	179	344	
10	Testigo 4 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	61333	15.14	180	341	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.8.6. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 27. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	53287	15.20	181	294	294 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	53652	15.28	183	293	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	53449	15.16	180	296	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	56793	15.28	183	310	307 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	56027	15.32	184	304	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	56419	15.26	183	309	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	61533	15.33	185	333	334 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	59790	15.26	183	327	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	61720	15.23	182	339	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	61615	15.30	184	335	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.8.7. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 28. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	49006	15.29	184	267	275 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	50103	15.22	182	275	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	50610	15.07	178	284	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	53536	15.23	182	294	294 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	52585	15.26	183	288	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	54624	15.25	183	299	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	58713	15.25	183	322	329 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	57825	15.23	182	317	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	60088	15.06	178	338	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	60402	15.07	178	339	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.8.8. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 29. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	47781	15.23	182	262	270 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	48053	15.23	182	264	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	50810	15.06	178	285	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	53617	15.28	183	293	287 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	52601	15.28	183	287	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	50492	15.11	179	282	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	57180	15.22	182	314	326 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	59107	15.27	183	323	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	60735	15.11	179	339	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	58546	15.09	179	327	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## 6.8.9. Resistencia a la Compresión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 30. Resistencia a la compresión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (promedio) (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	50003	15.22	182	275	265.4 kg/cm <sup>2</sup>
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	49520	15.32	184	269	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	45742	15.19	181	252	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	52164	15.30	184	284	283 kg/cm <sup>2</sup>
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	51898	15.26	183	284	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	51116	15.23	182	281	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	57064	15.26	183	312	320 kg/cm <sup>2</sup>
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	57582	15.27	183	315	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	59716	15.23	182	328	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	59379	15.22	182	326	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.9. Resistencia a la Flexión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### 6.9.1. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 31. Resistencia a la flexión del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 1 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (: para un diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  con factor de seguridad del 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 210	1/05/2022	8/05/2022	7	23000	530	150	151	0	3.56
02	Testigo 2 - CP 210	1/05/2022	8/05/2022	7	26000	530	150	150	0	4.08
03	Testigo 3 - CP 210	1/05/2022	8/05/2022	7	24500	531	150	150	0	3.83
04	Testigo 1 - CP 210	1/05/2022	15/05/2022	14	28680	529	152	152	0	4.34
05	Testigo 2 - CP 210	1/05/2022	15/05/2022	14	24670	530	151	151	0	3.82
06	Testigo 3 - CP 210	1/05/2022	15/05/2022	14	29088	530	150	151	0	4.51
07	Testigo 1 - CP 210	1/05/2022	29/05/2022	28	36500	530	150	151	0	5.67
08	Testigo 2 - CP 210	1/05/2022	29/05/2022	28	32240	530	150	150	0	5.06
09	Testigo 3 - CP 210	1/05/2022	29/05/2022	28	30210	530	151	151	0	4.68
10	Testigo 4 - CP 210	1/05/2022	29/05/2022	28	31500	530	151	150	0	4.90

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.9.2. Resistencia a la Flexión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 32. Resistencia a la flexión del concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 210kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad del 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>i</sub>	Mr (Promedio)
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	26000	528	150	151	0	4.03	4.05
02	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	25470	528	150	150	0	3.98	
03	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	26500	531	150	151	0	4.14	
04	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	27160	530	152	150	0	4.21	4.27
05	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	26350	530	150	150	0	4.13	
06	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	28450	530	150	150	0	4.46	
07	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	32540	530	150	150	0	5.11	5.16
08	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	31240	530	150	150	0	4.90	
09	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	33510	530	151	151	0	5.23	
10	Testigo 4 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	34560	530	151	150	0	5.41	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



### 6.9.3. Resistencia a la Flexión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 33. Resistencia a la flexión del concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 210kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad del 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>f</sub>	Mr (Promedio)
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	29250	527	150	150	0	4.55	4.20
02	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	24250	528	150	150	0	3.79	
03	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	27210	530	150	150	0	4.26	
04	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	28840	530	150	150	0	4.51	4.35
05	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	27960	530	150	150	0	4.38	
06	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	26500	530	150	150	0	4.16	
07	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	32210	530	150	151	0	5.01	5.22
08	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	34560	530	150	150	0	5.40	
09	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	35620	530	150	150	0	5.59	
10	Testigo 4 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	31460	530	151	150	0	4.89	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





## 6.9.4. Resistencia a la Flexión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 34. Resistencia a la flexión del concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  con factor de seguridad del 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M	Mr (Promedio)
N°		(Dias)	(Dias)	(Dias)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	28920	529	150	150	0	4.53	4.37
02	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	25460	530	150	150	0	4.00	
03	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	29180	530	150	150	0	4.58	
04	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	26280	530	150	150	0	4.12	4.41
05	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	28400	530	150	150	0	4.46	
06	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	29650	530	150	150	0	4.65	
07	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	32650	530	150	150	0	5.13	5.27
08	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	31240	530	150	150	0	4.91	
09	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	35110	530	150	150	0	5.51	
10	Testigo 4 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	35420	530	150	150	0	5.53	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.9.5. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 35. Resistencia a la flexión del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  con factor de seguridad del 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M	Mr (Promedio)
N°		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	30100	530	150	150	0	4.73	4.59
02	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	29390	528	150	150	0	4.60	
03	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	28300	530	150	150	0	4.44	
04	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	28110	530	150	150	0	4.41	4.62
05	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	31050	530	150	150	0	4.88	
06	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	29210	530	150	150	0	4.58	
07	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	32590	530	150	150	0	5.12	5.34
08	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	33760	530	150	150	0	5.30	
09	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	35170	530	150	150	0	5.52	
10	Testigo 4 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	34750	530	150	150	0	5.42	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.9.6. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 36. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 14/05/2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	27670	530	150	150	130	3.19	4.07
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	29450	530	150	150	0	4.61	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	28230	530	150	150	0	4.42	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	29810	530	150	150	0	4.68	4.73
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	30520	530	150	150	0	4.79	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	30010	530	150	150	0	4.71	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	31520	530	150	150	0	4.92	5.36
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	34200	530	150	150	0	5.36	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	34210	530	150	150	0	5.37	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	36890	530	150	150	0	5.78	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. EN AJOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.9.7. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 37. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycelir.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 14/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	28480	530	150	150	0	4.46	4.67
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	29450	530	150	150	0	4.61	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	31390	530	150	150	0	4.92	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	31690	530	150	150	0	4.98	5.04
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	32720	530	151	150	0	5.12	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	32010	530	150	150	0	5.02	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	32520	530	150	151	0	5.04	5.49
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	36600	530	150	150	0	5.74	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	36140	530	150	150	0	5.67	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	35090	530	150	150	0	5.50	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.9.8. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 38. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycairl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 14/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	29510	530	150	150	0	4.62	4.76
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	30450	530	150	150	0	4.77	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	31230	530	150	150	0	4.89	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	32610	530	150	150	0	5.12	5.15
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	33000	530	150	150	0	5.17	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	32810	530	150	150	0	5.14	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	34500	530	150	150	0	5.38	5.62
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	36500	530	150	150	0	5.72	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	37120	530	150	150	0	5.82	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	35480	530	150	150	0	5.56	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.9.9. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 39. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 14/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	29620	530	150	150	130	3.41	4.17
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	27690	530	150	150	0	4.34	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	21/05/2022	7	30290	530	150	150	0	4.75	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	31590	530	150	150	0	4.96	4.29
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	30130	530	150	150	105	2.81	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	28/05/2022	14	32590	530	150	150	0	5.11	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	33540	530	150	150	0	5.23	5.76
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	35640	530	150	150	0	5.59	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	39200	530	150	150	0	6.15	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	14/05/2022	11/06/2022	28	38700	530	150	150	0	6.07	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.10. Resistencia a la Flexión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### 6.10.1. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 40. Resistencia a la flexión del concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con  
: fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del  
: concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN: para un diseño  $280 \text{ kg/cm}^2$  con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	$M_t$	$M_t$ (promedio)
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	CP-7d	2/05/2022	9/05/2022	7	31590	530	151	151	0	4.91	4.92
02	CP-7d	2/05/2022	9/05/2022	7	33490	530	150	150	0	5.26	
03	CP-7d	2/05/2022	9/05/2022	7	29650	530	150	151	0	4.59	
04	CP-14d	2/05/2022	16/05/2022	14	34770	530	149	150	0	5.52	5.07
05	CP-14d	2/05/2022	16/05/2022	14	28850	523	149	150	0	4.50	
06	CP-14d	2/05/2022	16/05/2022	14	33100	530	150	150	0	5.18	
07	CP-28d	2/05/2022	30/05/2022	28	38310	530	151	150	0	6.00	6.02
08	CP-28d	2/05/2022	30/05/2022	28	40850	528	151	150	0	6.35	
09	CP-28d	2/05/2022	30/05/2022	28	37540	530	150	150	0	5.86	
10	CP-28d	2/05/2022	30/05/2022	28	37540	530	150	150	0	5.86	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.10.2. Resistencia a la Flexión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 41. Resistencia a la Flexión del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> (promedio)
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	32790	530	150	150	0	5.15	4.99
02	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	31520	530	150	150	0	4.95	
03	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	31100	530	150	150	0	4.87	
04	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	27350	530	150	150	0	4.29	5.16
05	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	37160	530	150	150	0	5.84	
06	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	34120	530	150	150	0	5.36	
07	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	41800	530	150	150	0	6.55	6.38
08	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	41480	527	150	150	0	6.48	
09	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	39120	530	150	150	0	6.13	
10	Testigo 4 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	40560	530	150	150	0	6.36	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





### 6.10.3. Resistencia a la Flexión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 42. Resistencia a la Flexión del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> (promedio)
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	31890	531	150	150	0	5.01	5.22
02	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	35240	530	150	150	0	5.53	
03	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	32560	530	150	150	0	5.10	
04	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	32690	530	150	150	0	5.13	5.35
05	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	31980	530	150	150	0	5.02	
06	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	37580	530	150	150	0	5.90	
07	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	40250	530	150	150	0	6.31	6.44
08	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	39850	530	150	150	0	6.26	
09	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	41560	530	150	150	0	6.52	
10	Testigo 4 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	42560	530	150	150	0	6.68	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



#### 6.10.4. Resistencia a la Flexión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

##### Anexo 43. Resistencia a la Flexión del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>i</sub>	M <sub>i</sub> (promedio)
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	32560	530	150	150	0	5.11	5.38
02	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	34750	530	150	150	0	5.46	
03	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	35610	530	150	150	0	5.58	
04	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	34680	530	150	150	0	5.44	5.46
05	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	33250	530	150	150	0	5.21	
06	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	36540	530	150	150	0	5.73	
07	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	40890	530	150	150	0	6.41	6.50
08	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	42510	530	150	150	0	6.68	
09	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	41680	530	150	150	0	6.54	
10	Testigo 4 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	40560	530	150	150	0	6.37	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



#### 6.10.5. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Anexo 44. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 09 de Mayo del 2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P	L	b	h	a	M <sub>i</sub>	M <sub>i</sub> (promedio)
Nº		(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)
01	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	33310	532	150	150	0	5.25	5.42
02	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	34520	530	150	150	0	5.41	
03	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	16/05/2022	7	35890	530	150	151	0	5.60	
04	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	32540	530	150	150	0	5.09	5.58
05	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	36580	530	150	150	0	5.71	
06	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	23/05/2022	14	37850	530	150	150	0	5.93	
07	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	41570	530	150	150	0	6.51	6.51
08	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	40580	530	151	150	0	6.35	
09	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	42890	531	150	150	0	6.72	
10	Testigo 4 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	9/05/2022	6/06/2022	28	41250	530	150	150	0	6.44	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.10.6. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 45. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>i</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	31690	530	150	150	0	4.97	4.93
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	28840	530	150	150	0	4.52	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	33890	530	150	150	0	5.31	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	33880	528	154	154	0	4.95	5.15
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	31470	532	151	150	0	4.93	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	35470	530	150	150	0	5.57	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	37760	530	151	153	0	5.89	6.10
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	36760	529	150	152	0	5.76	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	41720	530	150	150	0	6.54	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	39590	530	150	150	0	6.21	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.10.7. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 46. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>i</sub> (Mpa)	M <sub>o</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	31340	535	150	150	0	4.97	5.03
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	32600	530	150	150	0	5.11	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	31980	530	150	150	0	5.02	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	34290	531	151	150	0	5.36	5.32
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	33950	532	152	152	0	5.14	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	34760	530	150	150	0	5.45	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	36490	530	151	151	0	5.65	6.15
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	38610	530	151	151	0	5.98	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	40750	530	150	150	0	6.39	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	42580	530	151	151	0	6.57	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.10.8. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 47. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01)

para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	33690	530	152	150	0	5.23	5.09
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	29990	533	150	150	0	4.73	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	33870	530	151	150	0	5.29	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	33110	532	152	151	0	5.10	5.39
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	35740	530	150	150	0	5.60	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	34870	530	151	150	0	5.45	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	37030	530	152	151	0	5.68	6.21
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	39840	535	153	153	0	6.01	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	41640	530	150	150	0	6.53	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	42290	530	150	150	0	6.83	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## 6.10.9. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 48. Resistencia a la Flexión del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01) para un diseño 280kg/cm<sup>2</sup> con factor de seguridad 50% (+42)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (promedio) (Mpa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	34140	530	150	150	0	5.35	5.15
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	31270	530	150	150	0	4.90	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	1/06/2022	7	33150	530	150	150	0	5.20	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	33600	535	154	155	0	5.15	5.41
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	34280	530	155	154	0	5.12	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	8/06/2022	14	37920	530	150	150	0	5.95	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	40590	532	151	151	0	6.29	6.29
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	39850	531	155	156	0	5.65	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	41760	530	150	150	0	6.55	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	25/05/2022	22/06/2022	28	42450	530	150	150	0	6.66	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.11. Resistencia a la Tracción $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### 6.11.1. Resistencia a la Tracción del Concreto Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 49. Resistencia a la tracción del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### INFORME

Tesistas	: Huamán Huamán Jhon Klever : Vásquez Guivar Jose Yoner
Tesis	: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.
Ubicación	: Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque
Fecha de vaciado	: 1 de Mayo del 2022
Ensayo	: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
Referencia	: N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P carga	d diámetro	l longitud	T	T promedio
Nº		$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
01	Testigo 1 - CP 210	210	1/05/2022	8/05/2022	7	66790	100.53	205.5	2.06	2.080
02	Testigo 2 - CP 210	210	1/05/2022	8/05/2022	7	64270	100.53	205.5	1.98	
03	Testigo 3 - CP 210	210	1/05/2022	8/05/2022	7	69530	100.09	200.9	2.20	
04	Testigo 1 - CP 210	210	1/05/2022	15/05/2022	14	54650	99.94	201.2	1.73	2.133
05	Testigo 2 - CP 210	210	1/05/2022	15/05/2022	14	65630	99.78	200.3	2.09	
06	Testigo 3 - CP 210	210	1/05/2022	15/05/2022	14	81280	100.30	200.1	2.58	
07	Testigo 1 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	86150	100.21	203.0	2.70	2.418
8	Testigo 2 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	69520	100.11	200.1	2.21	
09	Testigo 3 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	72230	100.30	201.3	2.28	
10	Testigo 4 - CP 210	210	1/05/2022	29/05/2022	28	79320	100.27	202.4	2.49	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.11.2. Resistencia a la Tracción del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 50. Resistencia a la tracción del concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	80020	100.15	201.3	2.53	2.11 MPa
02	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	67240	100.30	203.2	2.10	
03	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	54230	100.45	200.5	1.71	
04	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	59680	101.26	204.2	1.84	2.19 MPa
05	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	65230	100.24	204.0	2.03	
06	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	85230	100.17	201.5	2.69	
07	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	85720	99.66	203.8	2.69	2.57 MPa
08	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	81250	100.20	204.6	2.52	
09	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	79300	100.10	201.3	2.51	
10	Testigo 4 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	82320	100.10	201.3	2.57	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



### 6.11.3. Resistencia a la Tracción del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 51. Resistencia a la tracción del concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	62500	100.05	200.5	1.98	2.12 MPa
02	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	70230	100.10	200.0	2.23	
03	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	67450	100.00	200.0	2.15	
04	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	74960	99.84	206.6	2.31	2.34 MPa
05	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	71250	100.15	203.1	2.23	
06	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	78390	100.12	202.1	2.47	
07	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	84560	100.25	203.6	2.64	2.65 MPa
08	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	86320	100.18	203.0	2.70	
09	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	80680	100.00	200.1	2.57	
10	Testigo 4 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	85590	100.15	202.1	2.69	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



#### 6.11.4. Resistencia a la Tracción del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 52. Resistencia a la tracción del concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	72360	100.05	200.5	2.30	2.29 MPa
02	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	69320	100.10	201.3	2.19	
03	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	74560	100.00	200.3	2.37	
04	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	76590	100.13	204.5	2.38	2.40 MPa
05	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	78390	99.66	205.2	2.44	
06	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	74940	100.12	200.0	2.38	
07	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	85690	100.41	202.0	2.69	2.73 MPa
08	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	87600	97.65	204.0	2.80	
09	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	83540	100.00	200.1	2.66	
10	Testigo 4- CFP-600g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	88290	100.15	202.1	2.78	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.11.5. Resistencia a la Tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 53. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque

Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	71250	100.05	200.1	2.27	2.31 MPa
02	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	69370	100.10	200.0	2.21	
03	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	9/05/2022	7	77540	100.00	200.3	2.46	
04	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	79600	99.74	204.8	2.48	2.60 MPa
05	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	84380	100.53	207.1	2.58	
06	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	16/05/2022	14	86340	100.00	200.0	2.75	
07	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	87690	100.38	206.8	2.69	2.76 MPa
08	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	88380	100.08	204.8	2.75	
09	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	87540	100.00	200.1	2.79	
10	Testigo 4- CFP-900g/m <sup>3</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	2/05/2022	30/05/2022	28	89140	100.28	200.5	2.82	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.11.6. Resistencia a la tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 54. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**INFORME**

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	80010	100.18	205.1	2.48	2.431
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	76060	100.06	204.7	2.36	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	79890	101.29	205.0	2.45	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	79990	100.57	202.7	2.50	2.539
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	83140	100.03	204.0	2.59	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	83120	102.46	204.5	2.53	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	84160	102.07	204.8	2.56	2.657
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	87710	101.73	203.4	2.70	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	89350	101.47	204.4	2.74	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	86590	102.40	205.2	2.62	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**6.11.7. Resistencia a la tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 55. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	73250	100.49	202.9	2.29	2.455
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	80840	101.95	204.4	2.47	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	84410	102.99	204.3	2.61	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	80990	100.05	205.9	2.50	2.669
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	88360	100.03	205.0	2.74	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	90120	101.17	205.4	2.76	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	90180	100.97	203.8	2.79	2.849
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	87710	101.73	203.4	2.70	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	95650	102.08	203.6	2.93	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	97880	102.25	204.7	2.98	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.11.8. Resistencia a la tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 56. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Fecha de vaciado : 14/05/2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	80680	100.32	204.2	2.51	2.567
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	83700	101.73	202.6	2.59	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	84730	101.31	204.2	2.61	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	83970	99.84	204.6	2.62	2.712
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	87420	100.24	202.5	2.74	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	89120	100.88	202.6	2.78	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	93260	100.95	201.8	2.91	2.948
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	95600	101.18	202.4	2.97	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	94890	101.82	203.4	2.92	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	98290	102.50	204.2	2.99	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.11.9. Resistencia a la tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 57. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 14/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	86160	100.47	204.2	2.67	2.641
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	84330	100.28	204.9	2.61	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	21/05/2022	7	85890	101.36	204.7	2.64	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	91740	100.07	204.0	2.86	2.933
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	95140	100.24	204.3	2.96	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	28/05/2022	14	98300	101.51	206.8	2.98	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	98160	100.98	202.8	3.05	3.090
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	99920	101.63	203.4	3.08	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	101140	102.37	205.4	3.06	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	14/05/2022	11/06/2022	28	103880	102.20	204.2	3.17	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





## 6.12. Resistencia a la Tracción $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### 6.12.1. Resistencia a la Tracción del Concreto Patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 58. Resistencia a la tracción del concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	P carga	d diámetro	l longitud	T	T promedio
N°		$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(N)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
01	Testigo 1 - CP 210	280	2/05/2022	9/05/2022	7	88080	100.53	205.5	2.71	2.238
02	Testigo 2 - CP 210	280	2/05/2022	9/05/2022	7	62380	100.53	205.5	1.92	
03	Testigo 3 - CP 210	280	2/05/2022	9/05/2022	7	65320	100.00	200.3	2.08	
04	Testigo 1 - CP 210	280	2/05/2022	16/05/2022	14	88830	100.00	201.1	2.81	2.481
05	Testigo 2 - CP 210	280	2/05/2022	16/05/2022	14	70530	99.94	201.2	2.23	
06	Testigo 3 - CP 210	280	2/05/2022	16/05/2022	14	75320	100.00	200.0	2.40	
07	Testigo 1 - CP 210	280	2/05/2022	30/05/2022	28	77160	100.30	200.0	2.45	2.587
08	Testigo 2 - CP 210	280	2/05/2022	30/05/2022	28	86360	100.64	200.0	2.73	
09	Testigo 3 - CP 210	280	2/05/2022	30/05/2022	28	79210	100.10	200.0	2.52	
10	Testigo 4 - CP 210	280	2/05/2022	30/05/2022	28	83410	100.06	200.2	2.65	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.12.2. Resistencia a la Tracción del Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 59. Resistencia a la tracción del concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

#### INFORME

Tesistas: : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis: : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 9 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	77350	100.42	205.1	2.39	2.431
02	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	82280	100.43	205.6	2.54	
03	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	75360	100.15	202.5	2.37	
04	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	83210	99.78	202.6	2.62	2.485
05	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	78160	100.31	204.6	2.42	
06	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	77090	100.21	203.1	2.41	
07	Testigo 1 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	83540	100.33	204.3	2.59	2.691
08	Testigo 2 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	87240	99.90	203.1	2.74	
09	Testigo 3 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	86140	100.17	200.9	2.73	
10	Testigo 4 - CFP-100g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	85480	100.28	200.5	2.71	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



### 6.12.3. Resistencia a la Tracción del Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 60. Resistencia a la tracción del concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 9 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	77560	100.55	203.6	2.41	2.491
02	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	81680	100.26	204.8	2.53	
03	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	80870	100.20	203.1	2.53	
04	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	83250	99.80	203.6	2.61	2.550
05	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	78460	100.23	204.3	2.44	
06	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	82540	100.15	201.7	2.60	
07	Testigo 1 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	85820	101.56	204.7	2.63	2.729
08	Testigo 2 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	89250	100.25	205.5	2.76	
09	Testigo 3 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	86320	100.18	201.3	2.73	
10	Testigo 4 - CFP-300g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	88320	100.20	200.1	2.80	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.12.4. Resistencia a la Tracción del Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 61. Resistencia a la tracción del concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 9 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	84900	100.61	203.6	2.64	2.612
02	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	88360	100.72	204.1	2.74	
03	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	78590	100.18	201.5	2.46	
04	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	90390	101.52	205.3	2.76	2.762
05	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	89750	101.62	206.9	2.72	
06	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	88950	100.40	200.9	2.81	
07	Testigo 1 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	91710	99.73	204.1	2.87	2.892
08	Testigo 2 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	94120	99.73	204.8	2.93	
09	Testigo 3 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	92360	100.40	202.6	2.89	
10	Testigo 4 - CFP-600g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	90890	100.38	200.5	2.88	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## 6.12.5. Resistencia a la Tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 62. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 9 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	84620	100.53	204.5	2.65	2.623
02	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	82490	100.64	209.2	2.56	
03	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	16/05/2022	7	84210	100.22	204.3	2.66	
04	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	85640	100.08	202.5	2.69	2.789
05	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	88360	99.85	203.7	2.77	
06	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	23/05/2022	14	92320	100.25	201.5	2.91	
07	Testigo 1 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	96650	100.19	205.1	2.99	2.953
08	Testigo 2 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	94580	100.55	204.4	2.93	
09	Testigo 3 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	91650	100.30	201.5	2.89	
10	Testigo 4 - CFP-900g/m <sup>3</sup>	280	9/05/2022	6/06/2022	28	95420	100.33	201.8	3.00	

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.12.6. Resistencia a la Tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 63. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycel.com

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner  
Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.  
Fecha de vaciado : 25/05/2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	89060	100.30	203.0	2.78	2.753
02	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	86950	100.00	202.0	2.74	
03	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	87190	100.04	203.0	2.73	
04	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	85700	100.55	202.0	2.69	2.914
05	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	96320	100.50	201.0	3.04	
06	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	95870	100.00	202.0	3.02	
07	Testigo 1 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	90280	101.25	204.0	2.78	3.009
08	Testigo 2 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	98320	100.25	201.0	3.11	
09	Testigo 3 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	99120	100.15	201.0	3.13	
10	Testigo 4 - FPm-900g/m <sup>3</sup> +FA-10kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	96480	100.50	203.0	3.01	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.12.7. Resistencia a la Tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 64. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	90520	100.50	201.0	2.85	2.842
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	92670	100.30	202.0	2.91	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	89690	102.85	201.0	2.76	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	99060	100.85	201.0	3.11	3.170
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	104660	100.80	205.0	3.22	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	101590	100.40	203.0	3.17	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	106970	100.34	205.0	3.31	3.216
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	96900	101.50	204.0	2.98	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	104560	100.50	203.0	3.26	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-20kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	105940	100.35	203.0	3.31	

**OBSERVACIONES:**  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.12.8. Resistencia a la Tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 65. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
: Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	106730	101.25	201.0	3.34	3.146
02	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	93420	101.73	203.0	2.88	
03	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	102620	100.50	202.0	3.22	
04	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	109850	101.20	202.0	3.42	3.316
05	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	102620	100.90	204.0	3.17	
06	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	106350	100.45	201.0	3.35	
07	Testigo 1 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	112160	101.95	204.0	3.43	3.392
08	Testigo 2 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	108340	101.40	204.0	3.33	
09	Testigo 3 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	109360	100.25	201.0	3.46	
10	Testigo 4 - FPM-900g/m <sup>3</sup> +FA-30kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	106450	100.25	202.0	3.35	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**6.12.9. Resistencia a la Tracción del Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 66. Resistencia a la tracción del concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**INFORME**

Tesistas : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Tesis : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Fecha de vaciado : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	Testigo 1 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	103490	100.50	204.0	3.21	3.204
02	Testigo 2 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	101560	100.80	204.0	3.14	
03	Testigo 3 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	1/06/2022	7	104260	100.45	203.0	3.26	
04	Testigo 1 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	134640	100.15	204.0	4.20	3.781
05	Testigo 2 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	108150	100.30	203.0	3.38	
06	Testigo 3 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	8/06/2022	14	119710	100.65	201.0	3.77	
07	Testigo 1 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	116750	101.45	205.0	3.57	3.822
08	Testigo 2 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	108250	100.60	204.0	3.36	
09	Testigo 3 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	130450	100.45	201.0	4.11	
10	Testigo 4 - Fpm-900g/m <sup>3</sup> +FA-45kg/m <sup>3</sup>	280	25/05/2022	22/06/2022	28	136140	100.60	203.0	4.24	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## 6.13. Módulo de Elasticidad en el Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### 6.13.1. Módulo de Elasticidad en el Concreto Patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 67. *Módulo de elasticidad en el Concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_c$ Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	$E_c$ Promedio-teórico Kg/cm <sup>2</sup>
1	2/05/2022	9/05/2022	7	233.51	93.40	9.060107	0.0006119	180.267	150103.91	144968.77	150722.55	141290.88
2	2/05/2022	9/05/2022	7	216.69	86.68	13.026911	0.0005301	183.254	153400.47	139649.65		
3	2/05/2022	9/05/2022	7	215.46	86.19	9.768324	0.0005640	182.654	148663.27	139254.23		
1	2/05/2022	16/05/2022	14	239.15	95.66	9.936046	0.0006372	183.194	145997.19	146709.84	153080.42	147163.16
2	2/05/2022	16/05/2022	14	242.56	97.02	7.025061	0.0006144	184.239	159449.42	147750.05		
3	2/05/2022	16/05/2022	14	240.20	96.08	10.092152	0.0006091	179.316	153794.64	147029.59		
1	2/05/2022	30/05/2022	28	244.12	97.65	8.280913	0.0006396	181.793	151574.27	148224.01	156422.21	151199.84
2	2/05/2022	30/05/2022	28	266.34	106.54	9.181240	0.0006426	180.029	164273.79	154825.11		
3	2/05/2022	30/05/2022	28	256.66	102.67	8.469020	0.0006541	177.068	155917.47	151986.10		
4	2/05/2022	30/05/2022	28	249.21	99.69	8.373576	0.0006432	178.249	153923.31	149764.12		

OBSERVACIONES :



## 6.13.2. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 68. *Módulo de Elasticidad en el Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 1 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_c$ Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	$E_c$ Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	1/05/2022	8/05/2022	7	190.44	76.18	8.966910	0.0004902	182.020	152675.39	130917.90	149305.54	138014.51
2	1/05/2022	8/05/2022	7	233.02	93.21	13.099282	0.0006005	183.578	145532.80	144816.59		
3	1/05/2022	8/05/2022	7	212.55	85.02	9.813518	0.0005523	182.175	149708.43	138309.03		
1	1/05/2022	15/05/2022	14	244.42	97.77	10.113630	0.0006420	181.327	148071.76	148317.05	152215.10	146409.20
2	1/05/2022	15/05/2022	14	245.07	98.03	7.047221	0.0006195	182.762	159763.87	148515.03		
3	1/05/2022	15/05/2022	14	225.29	90.12	10.006727	0.0005883	181.446	148809.66	142395.54		
1	1/05/2022	29/05/2022	28	252.06	100.83	8.320971	0.0006448	178.605	155518.56	150617.70	155330.91	149359.47
2	1/05/2022	29/05/2022	28	248.44	99.38	9.019297	0.0005893	180.267	167533.86	149532.45		
3	1/05/2022	29/05/2022	28	242.09	96.84	7.930804	0.0006465	179.791	149048.47	147608.42		
4	1/05/2022	29/05/2022	28	248.93	99.57	8.230891	0.0006621	181.339	149222.77	149679.29		

OBSERVACIONES :

### 6.13.3. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### Anexo 69. *Módulo de Elasticidad en el Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_{c\text{ Promedio}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_{c\text{ Promedio-teorico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>
1	2/05/2022	9/05/2022	7	221.84	88.74	13.096170	0.0005271	183.014	158554.78	141300.64	152228.35	143924.10
2	2/05/2022	9/05/2022	7	237.21	94.88	9.343623	0.0006291	180.743	147713.04	146111.33		
3	2/05/2022	9/05/2022	7	231.55	92.62	9.758819	0.0006009	183.014	150417.22	144360.33		
1	2/05/2022	16/05/2022	14	241.83	96.73	6.571332	0.0006145	185.782	159716.62	147527.49	155629.58	148142.76
2	2/05/2022	16/05/2022	14	231.85	92.74	8.173944	0.0006015	184.696	153346.56	144451.59		
3	2/05/2022	16/05/2022	14	258.23	103.29	8.405779	0.0006668	180.148	153825.57	152449.20		
1	2/05/2022	30/05/2022	28	257.40	102.96	8.336904	0.0006738	181.578	151689.08	152205.10	157349.76	152832.02
2	2/05/2022	30/05/2022	28	261.31	104.53	8.034984	0.0006367	183.494	164458.98	153356.33		
3	2/05/2022	30/05/2022	28	260.31	104.12	8.743951	0.0006601	183.374	156324.16	153061.93		
4	2/05/2022	30/05/2022	28	259.10	103.64	8.937892	0.0006535	180.624	156926.83	152704.71		

OBSERVACIONES :



### 6.13.4. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 70. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>2</sup>
1	2/05/2022	9/05/2022	7	214.89	85.96	12.294901	0.0005174	182.056	157597.32	139070.14	154672.77	145671.94
2	2/05/2022	9/05/2022	7	244.35	97.74	10.229882	0.0006196	181.220	153619.09	148294.25		
3	2/05/2022	9/05/2022	7	248.84	99.54	8.379613	0.0006466	182.894	152801.91	149651.44		
1	2/05/2022	16/05/2022	14	239.11	95.64	8.209604	0.0006102	185.782	156073.55	146696.42	157605.85	149467.03
2	2/05/2022	16/05/2022	14	247.83	99.13	6.648864	0.0006480	183.374	154653.36	149348.26		
3	2/05/2022	16/05/2022	14	257.92	103.17	8.526043	0.0006339	178.960	162090.64	152356.41		
1	2/05/2022	30/05/2022	28	257.39	102.96	8.252655	0.0006231	182.774	165233.90	152200.30	160169.45	154665.50
2	2/05/2022	30/05/2022	28	265.01	106.00	8.010960	0.0006568	182.894	161484.57	154436.79		
3	2/05/2022	30/05/2022	28	267.61	107.05	8.784294	0.0006933	182.774	152754.39	155194.41		
4	2/05/2022	30/05/2022	28	273.29	109.31	12.134636	0.0006528	181.458	161204.96	156830.48		

OBSERVACIONES :



### 6.13.5. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 71. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	2/05/2022	9/05/2022	7	237.59	95.04	7.824019	0.0006205	180.505	152877.03	146230.23	157062.25	147527.04
2	2/05/2022	9/05/2022	7	245.04	98.02	7.351995	0.0006094	183.854	162077.92	148504.19		
3	2/05/2022	9/05/2022	7	242.87	97.15	10.166497	0.0006068	182.894	156231.81	147846.70		
1	2/05/2022	16/05/2022	14	245.48	98.19	6.406690	0.0006303	185.782	158178.05	148638.33	160010.71	150290.78
2	2/05/2022	16/05/2022	14	246.05	98.42	8.169951	0.0006063	183.134	162226.05	148810.98		
3	2/05/2022	16/05/2022	14	261.54	104.62	8.233011	0.0006538	178.960	159628.01	153423.03		
1	2/05/2022	30/05/2022	28	261.40	104.56	8.282351	0.0006457	182.774	161631.18	153381.72	164023.38	155577.07
2	2/05/2022	30/05/2022	28	263.08	105.23	8.148938	0.0006004	182.654	176384.95	153875.17		
3	2/05/2022	30/05/2022	28	272.93	109.17	11.007672	0.0006398	182.774	166442.26	156728.48		
4	2/05/2022	30/05/2022	28	278.51	111.41	8.818693	0.0007265	181.458	151635.13	158322.93		

OBSERVACIONES :



**6.13.6. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 72. Módulo de elasticidad en el concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 14 de mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.00050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio- Teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	14/05/2022	21/05/2022	7	244.48	97.79	9.409422	0.0005972	182.223	161531.45	148334.41		
2	14/05/2022	21/05/2022	7	226.76	90.70	9.474394	0.0005341	183.998	167779.52	142857.42	165969.95	146263.78
3	14/05/2022	21/05/2022	7	242.06	96.82	9.360835	0.0005688	182.930	168598.87	147599.51		
1	14/05/2022	28/05/2022	14	252.45	100.98	8.935420	0.0005687	182.295	177450.61	150734.40		
2	14/05/2022	28/05/2022	14	250.60	100.24	8.504382	0.0006257	182.678	159338.30	150180.42	168935.85	151174.43
3	14/05/2022	28/05/2022	14	258.77	103.51	8.210816	0.0006105	181.112	170018.65	152608.45		
1	14/05/2022	11/06/2022	28	249.48	99.79	9.373697	0.0005913	182.666	167049.21	149843.75		
2	14/05/2022	11/06/2022	28	288.01	115.20	8.440325	0.0006827	183.338	168745.93	160999.61	171057.39	156559.55
3	14/05/2022	11/06/2022	28	273.03	109.21	8.367919	0.0006474	185.347	168788.82	156755.83		
4	14/05/2022	11/06/2022	28	279.63	111.85	9.526628	0.0006196	183.529	179645.59	158639.00		

OBSERVACIONES :

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**6.13.7. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 73. Módulo de elasticidad en el concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 14 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	14/05/2022	21/05/2022	7	221.34	88.54	10.120766	0.0005481	182.343	157416.34	141140.23	155064.62	144166.97
2	14/05/2022	21/05/2022	7	229.51	91.80	9.585972	0.0005621	182.451	160557.17	143721.01		
3	14/05/2022	21/05/2022	7	242.19	96.88	9.537126	0.0006433	179.197	147220.34	147639.69		
1	14/05/2022	28/05/2022	14	242.60	97.04	8.444987	0.0005969	183.098	161986.77	147762.62	157093.08	149234.69
2	14/05/2022	28/05/2022	14	243.26	97.30	8.433470	0.0006307	184.034	153029.21	147963.82		
3	14/05/2022	28/05/2022	14	256.64	102.65	8.233765	0.0006542	181.375	156263.26	151977.62		
1	14/05/2022	11/06/2022	28	256.43	102.57	9.337671	0.0006374	182.654	158734.08	151916.62	160450.16	153309.41
2	14/05/2022	11/06/2022	28	276.25	110.50	8.481821	0.0006460	182.858	171165.10	157679.09		
3	14/05/2022	11/06/2022	28	259.13	103.65	8.137212	0.0006910	182.810	149016.17	152715.48		
4	14/05/2022	11/06/2022	28	253.10	101.24	9.418061	0.0006137	181.924	162885.28	150926.46		

OBSERVACIONES





**6.13.8. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 74. Módulo de elasticidad en el concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 14 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	14/05/2022	21/05/2022	7	220.02	88.01	10.099529	0.0005626	182.786	151977.61	140719.55	154008.77	141684.86
2	14/05/2022	21/05/2022	7	214.92	85.97	10.083679	0.0005319	182.954	157473.71	139078.71		
3	14/05/2022	21/05/2022	7	234.44	93.78	9.483438	0.0006025	180.624	152575.00	145256.31		
1	14/05/2022	28/05/2022	14	242.67	97.07	10.052167	0.0006193	183.050	152853.75	147783.69	156017.72	147966.72
2	14/05/2022	28/05/2022	14	240.24	96.09	9.474453	0.0006189	183.146	152268.86	147041.37		
3	14/05/2022	28/05/2022	14	246.93	98.77	9.078441	0.0006005	183.134	162930.55	149075.10		
1	14/05/2022	11/06/2022	28	257.79	103.12	9.306499	0.0006893	183.086	146742.81	152319.23	159045.09	151872.29
2	14/05/2022	11/06/2022	28	259.57	103.83	9.342535	0.0006767	182.738	150772.79	152844.17		
3	14/05/2022	11/06/2022	28	256.84	102.74	8.223008	0.0006314	181.494	162572.04	152037.58		
4	14/05/2022	11/06/2022	28	250.96	100.38	9.366640	0.0005669	181.315	176092.73	150288.19		

OBSERVACIONES :



**6.13.9. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**Anexo 75. Módulo de elasticidad en el concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 14 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_c$ Promedio Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ (Promedio) Kg/cm <sup>2</sup>
1	14/05/2022	21/05/2022	7	220.69	88.27	10.088337	0.0005814	182.810	147144.36	140931.38	150094.02	140320.89
2	14/05/2022	21/05/2022	7	229.97	91.99	10.019243	0.0006303	183.110	141240.18	143865.09		
3	14/05/2022	21/05/2022	7	206.01	82.41	9.903636	0.0004978	182.331	161897.51	136166.21		
1	14/05/2022	28/05/2022	14	238.59	95.44	10.679978	0.0005865	183.170	157986.27	146538.35	153415.41	146887.91
2	14/05/2022	28/05/2022	14	237.66	95.06	9.397873	0.0006167	183.314	151156.55	146251.62		
3	14/05/2022	28/05/2022	14	242.96	97.19	9.182828	0.0006324	180.993	151103.42	147873.76		
1	14/05/2022	11/06/2022	28	257.78	103.11	9.365176	0.0006395	182.594	159014.01	152314.91	156698.99	150798.59
2	14/05/2022	11/06/2022	28	240.25	96.10	10.799513	0.0005843	182.271	159645.32	147046.60		
3	14/05/2022	11/06/2022	28	258.22	103.29	8.179334	0.0006921	182.582	148114.33	152445.26		
4	14/05/2022	11/06/2022	28	254.65	101.86	9.384184	0.0006279	182.343	160022.30	151387.62		

OBSERVACIONES:



## 6.14.1. Módulo de Elasticidad en el Concreto Patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 76. *Módulo de elasticidad en el Concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 2 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_{c\text{ Promedio}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_{c\text{ Promedio-teórico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>
1	2/05/2022	9/05/2022	7	254.48	101.79	10.948034	0.0005871	178.013	169140.77	151337.07	174789.81	151682.30
2	2/05/2022	9/05/2022	7	257.83	103.13	11.021072	0.0005459	177.009	185730.97	152329.99		
3	2/05/2022	9/05/2022	7	254.62	101.85	10.959042	0.0005862	176.715	169497.70	151379.84		
1	2/05/2022	16/05/2022	14	251.11	100.44	10.700752	0.0005792	182.187	169568.58	150332.41	177089.61	157801.30
2	2/05/2022	16/05/2022	14	290.21	116.08	11.367429	0.0006208	182.534	183449.15	161613.77		
3	2/05/2022	16/05/2022	14	289.65	115.86	9.790523	0.0006451	177.895	178251.09	161457.73		
1	2/05/2022	30/05/2022	28	328.18	131.27	10.531796	0.0007248	181.435	178929.43	171861.00	180007.96	169173.99
2	2/05/2022	30/05/2022	28	291.99	116.79	11.386758	0.0006623	183.650	172138.47	162106.96		
3	2/05/2022	30/05/2022	28	330.27	132.11	10.815672	0.0007225	179.791	180353.56	172406.78		
4	2/05/2022	30/05/2022	28	322.33	128.93	11.437324	0.0006729	181.339	188610.37	170321.21		

OBSERVACIONES :



## 6.14.2. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Anexo 77. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 100 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 9 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	9/05/2022	16/05/2022	7	279.42	111.77	11.608361	0.0006169	182.259	176684.75	158580.68	182502.98	156056.61
2	9/05/2022	16/05/2022	7	259.88	103.95	11.997966	0.0005357	181.936	189314.73	152936.72		
3	9/05/2022	16/05/2022	7	272.67	109.07	8.945420	0.0006016	178.131	181509.46	156652.42		
1	9/05/2022	23/05/2022	14	299.29	119.72	9.759111	0.0006451	183.421	184764.50	164122.96	184566.73	161662.94
2	9/05/2022	23/05/2022	14	274.22	109.69	12.670560	0.0005872	183.974	180588.13	157096.95		
3	9/05/2022	23/05/2022	14	298.00	119.20	12.741357	0.0006152	178.131	188347.56	163768.91		
1	9/05/2022	6/06/2022	28	325.15	130.06	12.235754	0.0006406	182.821	199501.65	171066.04	189340.61	170737.97
2	9/05/2022	6/06/2022	28	316.88	126.75	13.674004	0.0007029	182.845	173200.34	168876.94		
3	9/05/2022	6/06/2022	28	325.83	130.33	12.644731	0.0006916	180.934	183437.37	171243.42		
4	9/05/2022	6/06/2022	28	327.82	131.13	12.307893	0.0006405	180.505	201223.10	171765.47		

OBSERVACIONES :



### 6.14.3. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 78. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 300 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 09 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	9/05/2022	16/05/2022	7	282.58	113.03	14.625953	0.0005831	183.001	184595.53	159474.18	182888.99	161069.37
2	9/05/2022	16/05/2022	7	289.42	115.77	15.966150	0.0005952	182.008	183065.43	161393.20		
3	9/05/2022	16/05/2022	7	292.83	117.13	17.309704	0.0006015	178.131	181006.01	162340.74		
1	9/05/2022	23/05/2022	14	320.32	128.13	9.888972	0.0006471	183.098	198033.24	169789.18	186524.55	167687.96
2	9/05/2022	23/05/2022	14	316.26	126.50	12.075637	0.0006490	183.242	191032.48	168710.23		
3	9/05/2022	23/05/2022	14	300.91	120.36	13.938478	0.0006742	178.131	170507.94	164564.46		
1	9/05/2022	6/06/2022	28	322.97	129.19	12.083671	0.0006360	183.854	199852.40	170491.12	189988.36	171729.73
2	9/05/2022	6/06/2022	28	324.06	129.62	13.699107	0.0007176	182.391	173632.55	170777.71		
3	9/05/2022	6/06/2022	28	329.65	131.86	12.811340	0.0006904	178.581	185905.69	172245.60		
4	9/05/2022	6/06/2022	28	334.10	133.64	12.365753	0.0006547	179.660	200562.81	173404.49		

OBSERVACIONES :



## 6.14.4. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 79. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 600 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 09 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	9/05/2022	16/05/2022	7	284.83	113.93	14.805747	0.0005912	183.362	183139.65	160107.05	183015.85	161732.61
2	9/05/2022	16/05/2022	7	284.00	113.60	14.092609	0.0005864	182.894	185509.53	159874.31		
3	9/05/2022	16/05/2022	7	303.29	121.32	15.370063	0.0006373	180.100	180398.38	165216.46		
1	9/05/2022	23/05/2022	14	323.50	129.40	10.411799	0.0007237	181.817	176617.84	170630.48	188520.92	169769.41
2	9/05/2022	23/05/2022	14	314.67	125.87	12.004033	0.0006493	183.434	189997.06	168285.05		
3	9/05/2022	23/05/2022	14	322.60	129.04	9.924507	0.0006487	180.659	198947.85	170392.70		
1	9/05/2022	6/06/2022	28	326.46	130.59	10.497134	0.0006346	182.510	205419.51	171411.32	190514.97	173007.90
2	9/05/2022	6/06/2022	28	322.17	128.87	12.536815	0.0007247	183.458	172413.58	170280.36		
3	9/05/2022	6/06/2022	28	339.76	135.90	12.734397	0.0007211	179.660	183522.08	174866.81		
4	9/05/2022	6/06/2022	28	342.12	136.85	10.754825	0.0006783	179.589	200704.71	175473.10		

OBSERVACIONES :



## 6.14.5. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

### Anexo 80. *Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

#### INFORME

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 09 de Mayo del 2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_{c\text{ Promedio}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_{c\text{ Promedio-teórico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>
1	9/05/2022	16/05/2022	7	277.76	111.11	12.453798	0.0005708	181.948	189419.44	158109.60	184898.09	162593.42
2	9/05/2022	16/05/2022	7	302.14	120.86	12.735143	0.0006416	182.128	182768.03	164901.72		
3	9/05/2022	16/05/2022	7	301.65	120.66	13.589114	0.0006367	180.576	182506.80	164768.93		
1	9/05/2022	23/05/2022	14	316.53	126.61	10.053319	0.0007068	182.080	177476.02	168783.99	189343.37	170663.43
2	9/05/2022	23/05/2022	14	327.79	131.12	11.461409	0.0006733	182.056	191954.25	171758.51		
3	9/05/2022	23/05/2022	14	326.60	130.64	9.938581	0.0006578	180.659	198599.85	171447.79		
1	9/05/2022	6/06/2022	28	332.42	132.97	10.469599	0.0006555	182.990	202310.54	172968.58	191955.47	173868.09
2	9/05/2022	6/06/2022	28	327.00	130.80	11.505053	0.0007258	182.834	176531.81	171552.22		
3	9/05/2022	6/06/2022	28	343.69	137.48	10.863784	0.0007265	178.699	187166.58	175875.94		
4	9/05/2022	6/06/2022	28	340.57	136.23	9.577940	0.0006776	180.088	201812.93	175075.62		

OBSERVACIONES :



**6.14.6. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 81. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 10 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c\text{-Teorico}}$ Kg/cm <sup>3</sup>	$E_c$ Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	$E_c$ Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	25/05/2022	1/06/2022	7	293.66	117.47	12.677823	0.0006193	181.458	184061.74	162572.02	184099.95	162714.87
2	25/05/2022	1/06/2022	7	292.58	117.03	12.619722	0.0006185	183.374	183646.96	162271.92		
3	25/05/2022	1/06/2022	7	296.30	118.52	13.603428	0.0006184	180.386	184591.15	163300.68		
1	25/05/2022	8/06/2022	14	309.71	123.88	9.913892	0.0006857	183.374	179270.88	166955.45	189032.86	166342.01
2	25/05/2022	8/06/2022	14	303.94	121.58	11.267816	0.0006306	184.335	190007.63	165393.20		
3	25/05/2022	8/06/2022	14	308.68	123.47	9.826807	0.0006245	182.774	197820.07	166677.38		
1	25/05/2022	22/05/2022	28	333.37	133.35	10.251076	0.0006756	184.576	196753.51	173215.56	190158.53	173279.93
2	25/05/2022	22/05/2022	28	327.13	130.85	11.403795	0.0007012	182.774	183437.06	171584.76		
3	25/05/2022	22/05/2022	28	339.02	135.61	10.670522	0.0007303	182.056	183654.95	174675.96		
4	25/05/2022	22/05/2022	28	335.02	134.01	9.363263	0.0006834	183.914	196788.60	173643.45		

OBSERVACIONES :





**6.14.7. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 82. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 20 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guívar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 25/05/2022  
Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto  
Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_2$ unitaria ( $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> ))	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	25/05/2022	1/06/2022	7	266.90	106.76	12.434880	0.0005486	183.614	189162.24	154985.81		
2	25/05/2022	1/06/2022	7	275.39	110.16	15.060363	0.0006113	181.936	169422.58	157432.22	183538.80	157406.39
3	25/05/2022	1/06/2022	7	283.74	113.50	13.707569	0.0005696	178.368	192031.57	159801.14		
1	25/05/2022	8/06/2022	14	294.07	117.63	10.521963	0.0006490	182.056	178819.03	162683.36		
2	25/05/2022	8/06/2022	14	287.52	115.01	11.992105	0.0005872	182.894	191743.54	160861.49	185830.79	162534.56
3	25/05/2022	8/06/2022	14	299.06	119.62	11.036354	0.0006309	182.654	186929.79	164058.84		
1	25/05/2022	22/05/2022	28	321.66	128.66	10.434176	0.0006968	182.534	182798.27	170144.39		
2	25/05/2022	22/05/2022	28	317.42	126.97	11.478927	0.0006948	182.175	179112.87	169018.89	188999.49	172009.32
3	25/05/2022	22/05/2022	28	337.55	135.02	10.992288	0.0007077	178.013	188570.52	174296.54		
4	25/05/2022	22/05/2022	28	338.64	135.45	9.670300	0.0006620	178.368	205516.32	174577.47		

OBSERVACIONES :



**6.14.8. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 83. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 30 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycir.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	25/05/2022	1/06/2022	7	262.28	104.91	10.742660	0.0005926	182.175	173549.59	153640.23	180317.17	155996.92
2	25/05/2022	1/06/2022	7	263.95	105.58	12.636263	0.0005816	182.056	174847.79	154127.68		
3	25/05/2022	1/06/2022	7	285.24	114.09	13.780166	0.0005710	178.131	192554.11	160222.85		
1	25/05/2022	8/06/2022	14	292.58	117.03	10.819089	0.0006497	183.254	177109.94	162272.58	183350.65	160713.91
2	25/05/2022	8/06/2022	14	286.85	114.74	11.168404	0.0006247	183.374	180226.86	160675.74		
3	25/05/2022	8/06/2022	14	281.58	112.63	10.944081	0.0005777	179.316	192715.16	159193.42		
1	25/05/2022	22/05/2022	28	314.28	125.71	10.502794	0.0006735	181.936	184774.07	168183.27	185890.13	171243.24
2	25/05/2022	22/05/2022	28	322.96	129.19	11.426304	0.0007107	183.014	178236.62	170489.73		
3	25/05/2022	22/05/2022	28	338.93	135.57	10.880212	0.0007192	179.197	186321.15	174653.27		
4	25/05/2022	22/05/2022	28	327.36	130.94	11.577843	0.0006646	178.842	194228.69	171646.67		

OBSERVACIONES :



**6.14.9. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Anexo 84. Módulo de Elasticidad en el Concreto con 900 g/m<sup>3</sup> de Fibra de Polipropileno más 45 kg/m<sup>3</sup> de Fibra de Acero f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>**



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**INFORME**

Solicitante : Huamán Huamán Jhon Klever  
Vásquez Guivar Jose Yoner

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 25/05/2022

Ensayo : CONCRETO. Determinación del módulo de elasticidad del concreto

Referencia : ASTM C-469

Probeta	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio Kg/cm <sup>3</sup>	E <sub>c</sub> Promedio-teórico Kg/cm <sup>3</sup>
1	25/05/2022	1/06/2022	7	275.02	110.01	13.491923	0.0005604	181.817	189080.29	157326.60		
2	25/05/2022	1/06/2022	7	268.82	107.53	10.704171	0.0006112	184.215	172518.36	155542.23	176198.66	154530.01
3	25/05/2022	1/06/2022	7	252.41	100.96	10.825534	0.0005898	181.220	166997.34	150721.20		
1	25/05/2022	8/06/2022	14	283.91	113.56	10.790824	0.0006164	183.734	181460.23	159849.39		
2	25/05/2022	8/06/2022	14	283.76	113.50	11.197716	0.0006165	182.894	180584.79	159806.81	179391.86	159537.88
3	25/05/2022	8/06/2022	14	280.75	112.30	9.664646	0.0006327	182.068	176130.57	158957.43		
1	25/05/2022	22/05/2022	28	312.21	124.89	10.386309	0.0006764	182.774	182797.94	167628.12		
2	25/05/2022	22/05/2022	28	314.63	125.85	11.388841	0.0006940	183.014	177730.69	168276.78	182483.43	169743.21
3	25/05/2022	22/05/2022	28	327.68	131.07	10.716462	0.0007256	182.235	178151.55	171731.32		
4	25/05/2022	22/05/2022	28	326.18	130.47	11.449525	0.0006723	182.044	191253.53	171336.60		

OBSERVACIONES :



## 6.15. Panel fotográfico.

### Anexo 85. Panel fotográfico



**Fig. 61.** Ensayo de contenido de humedad de los agregados.



**Fig. 62.** Ensayo de granulometría de agregados.



**Fig. 63.** Ensayo de peso específico y absorción agregado grueso.



**Fig. 64.** Ensayo de peso específico del agregado fino.



**Fig. 65.** Ensayo de peso unitario de los agregados.



**Fig. 66.** Preparación de mezclas de concreto



**Fig. 67.** Incorporación de las fibras a la mezcla.



**Fig. 68.** Ensayo de temperatura del concreto fresco.



**Fig. 69.** Ensayo de peso unitario del concreto fresco.



**Fig. 70.** Ensayo de Asentamiento (Slump).



**Fig. 71.** Ensayo de contenido de aire



**Fig. 72.** Elaboración de especímenes cilíndricos.



**Fig. 73.** Elaboración de especímenes prismáticos. (vigas).



**Fig. 74.** Curado de especímenes.



**Fig. 75.** Medición de especímenes para ensayos mecánicos.



**Fig. 76.** Configuración del espécimen para ensayo de resistencia a compresión y módulo de elasticidad.



**Fig. 77.** Configuración del espécimen para ensayo a flexión.



**Fig. 78.** Configuración de del espécimen para el ensayo de tracción.



**Fig. 79.** Falla de especímenes con FPM, luego del ensayo a compresión.



**Fig. 80.** Falla de especímenes con FH, luego del ensayo a compresión.



**Fig. 81.** Falla por flexión de espécimen con FPM. El espécimen se dividió en dos partes luego de la falla.



**Fig. 82.** Falla por flexión de especímenes con FH.



**Fig. 83.** Falla por flexión de especímenes con FH. Nótese una grieta poco perceptible, y el elemento se mantiene visiblemente en su estado original.



**Fig. 84.** Puente de fibra de acero en la interfaz del concreto. Luego de fallar el espécimen, se le aplicó carga adicional, con el único fin de que se forme una grieta mas pronunciada y así observar el puente de fibra.



**Fig. 85.** Falla de espécimen con FPM, por tracción.



**Fig. 86.** Falla de espécimen con FH, por tracción



**Fig. 87.** Distribución interna de las fibras en el concreto.