



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Caracterización Mecánica del Concreto Usando Fibra de  
Pinus**

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

**Autor**

**Bach. Valera Tello Paul Jeffrey**  
<https://orcid.org/0000-0002-9408-254x>

**Asesor**

**Mag. Pedro Ramon, Patazca Rojas**  
<https://orcid.org/0000-0001-9630-7936>

**Línea de Investigación**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

# **CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS**

**Aprobación del jurado**

---

**Mag. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL**

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

**Mag. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVAN**

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

**Mag. CHAVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO**

**Vocal del Jurado de Tesis**

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy **egresado (s)** del Programa de Estudios de **INGENIERIA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS**

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:

Valera Tello Paul Jeffrey	DNI: 71472076	
---------------------------	---------------	---

Pimentel, 26 de noviembre de 2023.

## **Dedicatoria**

Esta tesis es un tributo a la guía divina que ha marcado mi camino, a Dios, cuya gracia ha sido fundamental para alcanzar esta meta académica. A mis padres, su dedicación y amor han moldeado mi carácter y cada logro, incluyendo este, lleva su impronta. Su combinación de límites y libertades me impulsó a ser quien soy hoy, siempre alentándome a perseguir mis sueños. A mi hermano, hijo, esposa y toda mi familia, su apoyo incansable ha sido el sostén durante esta travesía desafiante.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, mi más sincero agradecimiento a Dios por otorgarme la salud y la fortaleza que han sido fundamentales en mi crecimiento tanto personal como profesional.

En segundo lugar, expreso mi profundo agradecimiento a la Universidad Señor de Sipán, a su distinguido cuerpo docente, al equipo técnico de laboratorio y a todos los colaboradores, cuya invaluable contribución ha enriquecido mi bagaje de conocimientos y ha sido esencial para mi desarrollo profesional.

En tercer lugar, deseo expresar mi gratitud al Ingeniero Pedro Ramón Patazca Rojas. Su generosidad al compartir su vasta experiencia y conocimiento especializado en el ámbito del hormigón (concreto) ha sido crucial para la culminación exitosa de esta investigación. Su asesoría ha sido de un valor incalculable.

## Índice

Dedicatoria .....	4
Agradecimientos.....	5
Índice de tablas .....	7
Índice de figuras .....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema .....	19
1.3. Hipótesis .....	19
1.4. Objetivos .....	19
1.5. Teorías relacionadas al tema .....	20
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	34
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	34
2.2. Variables, Operacionalización .....	35
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	40
2.5. Procedimiento de análisis de datos .....	41
.....	48
2.6. Criterios éticos.....	49
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
3.1. Resultados .....	50
3.2. Discusión.....	60
3.3. Aporte de la investigación .....	62
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
4.1. Conclusiones.....	63
4.2. Recomendaciones.....	63
ANEXOS .....	74

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b> Cemento portland adicionado para construcción en general .....	25
<b>Tabla II</b> Cemento Portland con Características Especiales .....	26
<b>Tabla III</b> Límites de sustancias perjudiciales en los agregados. ....	27
<b>Tabla IV</b> Límites recomendables para granulometría del agregado fino .....	28
<b>Tabla V</b> Máximo valor del diámetro del bloque y de la probeta de ensayo. ....	31
<b>Tabla VI</b> Operacionalización de la variable .....	36
<b>Tabla VII</b> Total de muestras a realizar diseño 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	38
<b>Tabla VIII</b> Total de muestras a realizar diseño 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	39
<b>Tabla IX</b> Análisis Granulométrico del Árido Fino .....	50
<b>Tabla X</b> Análisis Granulométrico del Árido Grueso.....	51
<b>Tabla XI</b> Propiedades físicas de los áridos pétreos.....	52
<b>Tabla XII</b> Resistencia a la Tracción de la Fibra de Pinus Tratada .....	52
<b>Tabla XIII</b> Resumen del Diseño de Mezcla Patrón según Resistencia .....	53
<b>Tabla XIV</b> Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y con adición de Fibra, 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	56
<b>Tabla XV</b> Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y con adición de Fibra, 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	57
<b>Tabla XVI</b> Módulo de ruptura por flexión según resistencia y adición de fibra de pino. ....	58
<b>Tabla XVII</b> Módulo de ruptura por tracción según resistencia y adición de fibra de pino .....	59
<b>Tabla XVIII</b> Módulo de Elasticidad según resistencia y adición de fibra de pino.....	60

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Asentamiento plástico. ....	23
<b>Fig. 2.</b> Ensayo de Asentamiento de Slump de 4" en concreto fresco .....	29
<b>Fig. 3.</b> Ensayo de contenido de aire. ....	30
<b>Fig. 4.</b> Temperatura de concreto fresco.....	30
<b>Fig. 5.</b> Equipo para medir resistencia a la compresión: Prensa hidráulica.....	31
<b>Fig. 6.</b> Diseño de la investigación .....	34
<b>Fig. 7.</b> Diagrama de Proceso de Flujo .....	41
<b>Fig. 8.</b> Ubicación del Árido Fino - Cantera Pátapo.....	42
<b>Fig. 9.</b> Cemento Marca Qhuna - Tipo I .....	43
<b>Fig. 10.</b> Fibras de madera (Pinus) para la realización de los diseños de concreto .....	43
<b>Fig. 11.</b> Tamizado de las partículas gruesas .....	44
<b>Fig. 12.</b> Peso Unitario de las Partículas Finas .....	44
<b>Fig. 13.</b> Peso Compactado de la Arena.....	45
<b>Fig. 14.</b> Absorción de los áridos .....	45
<b>Fig. 15.</b> Contenido de Humedad.....	46
<b>Fig. 16.</b> Ensayo de Asentamiento de la Mezcla.....	46
<b>Fig. 17.</b> Determinación de la Temperatura de la Mezcla .....	47
<b>Fig. 18.</b> Ensayos a compresión de las muestras cilíndricas .....	48
<b>Fig. 19.</b> Ensayos a flexión a las muestras prismáticas .....	48
<b>Fig. 20.</b> Ensayo del ME de las muestras .....	49
<b>Fig. 21.</b> Curva Granulométrica Árido Fino .....	50
<b>Fig. 22.</b> Curva Granulométrica Árido Grueso .....	51
<b>Fig. 23.</b> Asentamiento en el diseño de mezcla 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adición de fibra .....	54
<b>Fig. 24.</b> Asentamiento en el diseño de mezcla 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adición de fibra .....	54
<b>Fig. 25.</b> Contenido de Aire en el diseño de mezcla 210 kg/cm <sup>2</sup> y con adición de fibra .....	55
<b>Fig. 26.</b> Contenido de Aire en el diseño de mezcla 280 kg/cm <sup>2</sup> y con adición de fibra .....	55

## Resumen

Las fibras de pino son adiciones naturales derivadas de la madera de pino que se incorporan al concreto para mejorar sus propiedades mecánicas y plásticas. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el comportamiento mecánico del concreto al incorporar fibras de pinus. Se llevó a cabo un estudio experimental para analizar los efectos del adicionamiento de fibra de pino en propiedades plásticas y mecánicas del concreto, mediante dosis de 110 gr/m<sup>3</sup> (6%), 220 gr/m<sup>3</sup> (1.2%), 330 gr/m<sup>3</sup> (1.8%) y 440 gr/m<sup>3</sup> (2.4%). Se utilizaron agregados de canteras específicas, Cemento Tipo I Pacasmayo y fibra de pino. La dosis de 440 gr/m<sup>3</sup> incrementa la ductilidad post-agrietamiento en un 50%. Redujo el asentamiento en un 53%, el contenido de aire en un 28%, sin afectar la temperatura ni el peso del hormigón fresco. En cuanto a las propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión y flexión aumentó en un 10% y 20% al adicionar 110 gr/m<sup>3</sup>, pero disminuyó en un 50% al llegar a 440 gr/m<sup>3</sup>. En la resistencia a la tracción, el uso de más fibra mostró incrementos del 5% y 15% a los 28 días. Concluyendo que, al usar fibras de pinus en el concreto en dosis optima, mostraron su potencial para influir selectivamente en las propiedades plásticas y mecánicas del material, lo que puede ser crucial para aplicaciones específicas en la industria de la construcción.

**Palabras Clave:** Fibra de pinus, propiedades plásticas, propiedades mecánicas, concreto.

## Abstract

Pine fibers are natural additions derived from pine wood that are incorporated into concrete to improve its mechanical and plastic properties. The objective of this study was to determine the mechanical behavior of concrete by incorporating pinus fibers. An experimental study was carried out to analyze the effects of pine fiber addition on the plastic and mechanical properties of concrete, using doses of 110 gr/m<sup>3</sup> (6%), 220 gr/m<sup>3</sup> (1.2%), 330 gr/m<sup>3</sup> (1.8%) and 440 gr/m<sup>3</sup> (2.4%). Aggregates from specific quarries, Pacasmayo Type I cement and pine fiber were used. The dosage of 440 gr/m<sup>3</sup> increased post-cracking ductility by 50%. It reduced the slump by 53% and the air content by 28%, without affecting the temperature or the weight of the fresh concrete. In terms of mechanical properties, compressive and flexural strength increased by 10% and 20% with the addition of 110 g/m<sup>3</sup>, but decreased by 50% at 440 g/m<sup>3</sup>. In tensile strength, the use of more fiber showed increases of 5% and 15% at 28 days. In conclusion, the use of pinus fibers in concrete at optimum dosage showed their potential to selectively influence the plastic and mechanical properties of the material, which can be crucial for specific applications in the construction industry.

**Keywords:** Pinus fiber, plastic properties, mechanical properties, concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

En el ámbito de la construcción, las fibras naturales, como la proveniente de agujas de pino, han demostrado ser valiosas por su contribución ambiental y su coste accesible. Estudios muestran que, al tratar estas fibras con agua y álcali, variando su volumen del 0 al 2%, se mejora notablemente la resistencia y el comportamiento mecánico del concreto. Esto representa un cambio significativo en los procesos de fractura, fortaleciendo así las propiedades del material [1, 2]. La investigación de Ortega & Gil mostró que añadir aserrín y cemento en niveles altos no causa fragilidad; la mezcla resultante absorbe energía, reduce densidad y conductividad térmica. Sin embargo, la hidratación del cemento afecta la durabilidad de compuestos con fibras naturales debido a cambios en la solución porosa. Aunque la adición de aserrín mejora la durabilidad, en morteros livianos, el límite máximo sin afectar las propiedades mecánicas es del 5% [3].

El concreto es esencial en construcción por su diversa resistencia, rigidez y durabilidad, aunque su debilidad en tensión es conocida. Para mejorar esto, se han usado fibras para el fortalecimiento del concreto [4]. El 65% de las fibras a nivel mundial se emplean en elementos estructurales para alterar sus propiedades, y la inclusión de estas modifica favorablemente las características de resistencia del material [5]. Se ha ido mejorando las características mecánicas (CM) del concreto al colocar fibras de bambú y yute pretratados, la resistencia a la compresión (CR) y la resistencia a la flexión (FR) han tenido un óptimo resultado. Se evidenció que existe una buena conexión entre la fibra de bambú y yute y la matriz principal del concreto [6, 7, 8].

Las fibras de sisal y coco muestran una mejor resistencia a la compresión [9]. Además, las fibras de escopa de palma superan al acero en relación peso-resistencia, mejorando la resistencia y ductilidad del concreto, siendo útiles en construcciones sísmicas a bajo costo [10].

Las CM del concreto armado con fibras han tenido una gran ventaja últimamente en

el ámbito de la construcción y agregando aditivo va a generar una diferencia de porcentajes en el cambio de materiales cementosos. Al incorporar los aditivos la resistencia del concreto va a mejorar a lo comparado con el concreto normal. Así mismo se van a calcular las propiedades mecánicas del concreto, la CR, FR, densidad y ductilidad [11, 12]. El contenido que esta optimizado es del 15% las fibras de coco van a tener una longitud de 5 cm, las diferentes curvas se van a registrar bajo algunas cargas ya que se van a encontrar en un módulo de elasticidad (ME), CR, FR, TR ya los índices de tenacidad van a ser mejoradas [13].

En Perú, la ingeniería usa muchas fibras naturales y emite CO<sub>2</sub>. Estas fibras son una alternativa amigable con el medio ambiente para la construcción, similar al concreto [14]. Reforzados con fibras, el concreto tienen mejores propiedades mecánicas y resistencia [15]. La utilización de refuerzos de fibras tejidas y no tejidas es más efectiva. Además, se considera útil aplicar materiales compuestos como refuerzo para estructuras de concreto, siendo estratégicos para la sostenibilidad [16]. La introducción de nuevos materiales vegetales como refuerzo es prometedora. En Lambayeque, se emplea alrededor del 5.12% de cemento, impulsando el uso de tecnologías para mejorar las propiedades del concreto y adaptarse a diseños más rigurosos [17].

Posteriormente, existen estudios donde incorporan Fibras Naturales (NaFy) como refuerzo del concreto. Ejemplificando, Xu et al. [18], en su artículo "Utilización de fibra de madera producida con residuos de madera para reforzar el hormigón celular tratado en autoclave" buscó comparar el desempeño entre AAC reforzado con fibra de madera (WFAC) y AAC reforzado con fibra de poliéster (PFAC). La metodología fue aplicada (TAD), diseño experimental (EXDS). Se evaluó la fluidez y la altura de la mezcla, además de analizar el impacto del contenido de fibra en las propiedades físicas y mecánicas mediante investigación SEM. Se observó que, en su mayoría, añadir fibra de madera al AAC tuvo un efecto más positivo que la fibra de poliéster. A medida que aumentaba el contenido de fibra de madera, la fluidez y altura de la mezcla disminuyeron, mientras que la densidad y conductividad térmica aumentaron ligeramente. Concluyendo que, las propiedades mecánicas, especialmente la resistencia a la flexión, mejoraron considerablemente con la fibra de

madera.

Nassar et al. [19], en su artículo “Efecto del tipo y contenido de fibra en las prestaciones de los productos de fibrocemento de madera extruida” investigó como las fibras de madera mejoran el comportamiento de los materiales cementicios. La metodología fue TAD, EXDS. Asimismo, la relación fibra-cemento fue a niveles del 5%, 10% y 15% de fibrocemento de madera. Se encontró que, a mayor contenido de fibra, la gravedad específica disminuyó y la capacidad de absorción de agua aumentó. La tenacidad a la flexión mejoró notablemente con más fibra de madera blanda. Tras exposición a ciclos de envejecimiento acelerado, los compuestos con 10% de fibra mantuvieron una FR de 8 a 10 MPa y una buena rigidez, destacándose por su resistencia. Concluyendo que, las fibras de madera ofrecen pautas para lograr elementos con equilibrio entre propiedades físicas, mecánicas y durabilidad, adaptándose a diversas aplicaciones constructivas.

Li et al. [20], en su artículo “Mechanical characterization of concrete containing wood shavings as aggregates” determinaron el módulo elástico (ME) y la FR de la madera y concreto para aplicaciones constructivas. La metodología fue de TAD. Se destacan las dificultades en determinar las propiedades mecánicas del concreto compuesto con fibras. Los resultados mostraron una relación del 47% entre FR y CR. Asimismo, Los ensayos de hinchamiento y absorción muestran que los bajos valores de densidad de los materiales de concreto con áridos de madera pueden clasificarlos como áridos ligeros. Las tasas de absorción de agua del material compuesto aparecieron por debajo del 30%. Por lo tanto, se puede utilizar en lugares de contacto con el agua sin riesgos de congelación y secado. Concluyendo que, esta investigación ofrece resultados prometedores para predecir propiedades mecánicas y reducir trabajos experimentales costosos en elementos constructivos.

Lin et al. [21], en su artículo “Effects of wood fiber on the properties of silicoaluminophosphate geopolymer” buscaron mejorar la resistencia del geopolímero de silicoaluminofosfato usando fibra de madera como refuerzo. La metodología fue de TAD, EXDS. Los resultados evidencian que la inclusión de esta fibra reduce la fragilidad y aumenta

la tenacidad a la fractura gracias a la excelente unión entre los productos de reacción y la fibra de madera. Sin embargo, afecta negativamente el fraguado, endurecimiento, reacción y CR del geopolímero. Concluyendo que, a pesar de que la hidrólisis de la fibra produce defectos superficiales, estos tienen un impacto mínimo en la mejora de la tenacidad del geopolímero debido a la reparación generada por los productos de reacción.

Choi and Cheol [22] en su artículo “Características de fraguado del compuesto de cemento reforzado con fibras de celulosa natural” estudiaron el fraguado de compuestos de cemento reforzados con fibras de celulosa natural. La metodología fue de TAD, EXDS, variando las dosis de fibra (0, 0.25, 0.5, 1 y 2%). Los resultados de microscopía electrónica revelaron una estructura de tubo hueco en la sección transversal de la fibra. La CR aumentó en el compuesto con 0.25% de mezcla de fibras, pero disminuyó con dosis mayores debido a la posible aglomeración de fibras. Se evaluaron la velocidad del pulso ultrasónico (UPV) y el calor de hidratación para verificar el impacto de las fibras en la reacción del cemento, calculando los tiempos de fraguado inicial y final. Concluyendo que, a dosis mayores de fibras, se observaron tiempos de fraguado más prolongados debido a la presencia de celulosa y pectina en la fibra. En muestras con alto contenido de fibra, la predicción del fraguado por UPV fue desafiante debido a la complejidad de la red de fibras y la interacción química con el cemento.

Prakash et al. [23], en su artículo “Características mecánicas y en estado fresco del hormigón autocompactante reforzado con fibra de roselle que incorpora cenizas volantes y metacaolín” examinaron los compuestos de hormigón que ha sido reforzado con NaFy incorporando cenizas volantes y metacaolin. La metodología es EXDS, y se utilizará el fresco del hormigón para ser evaluados con la incorporación de las NaFy y la adherencia de las cenizas volantes y metacaolin, por lo tanto, se verificará si hay un cambio en las CM al agregas las fibras naturales. Resultando que, el concreto tuvo un aumento de energía de impacto ya que se abarcaron las CM en fresco del concreto que han sido incorporados en porcentajes de 1% al 4% de fibra natural, el comportamiento en el estado fresco fue evaluado al medir el diámetro del asentamiento, sin embargo, las CM fueron determinado por las CR,

TR, FR, ME y la resistencia del impacto. Concluyendo que, la CR, TR, FR, ME han ido mejorando al aumentar el contenido de fibra natural, sin embargo, al adicionar el 4% de fibra natural ha resultado que tiene una disminución de la CR y ME del concreto.

Ivanova and Assih [24]., en su artículo “Los compuestos de fibras naturales, una alternativa para el refuerzo estructural” examinaron la influencia de la tela de la NaFy utilizando el fortalecimiento externo de las estructuras. La metodología fue EXDS, y se usará concreto normal para todas las probetas, así mismo estos serán evaluados por medio de dos tipos de ensayos en FR y TR. Resultando que, existieron principalmente dos modos de falla por la fisura por flexión en el concreto y por falla de la placa compuesta por consecuencia a una sola capa de fibra de tela. Hubo alguna falla en la capa adhesiva que depende a la mala preparación del área; los resultados de las probetas mostraron un aumento de carga última del 5% al 35% en flexión resistencia en comparación con la viga de concreto de control sin refuerzo. Concluyendo que, sería interesante continuar con la investigación en el refuerzo de y viga de concreto armado mediante fibra compuesta con tejidos naturales.

Krishnamurthy et al. [25], en su artículo “Investigación sobre las características mecánicas de los compuestos poliméricos reforzados con fibras naturales de Luffa” determinaron si las fibras benefician las CM. La metodología fue EXDS, y estas se van a extraer de los residuos agrícolas y de plantas, asimismo, se van a utilizar principalmente polímeros sintéticos ya que cuentan con características de una adherencia muy alta. Resultando que, las fibras se van a procesar para tener una reducción de características de la absorción de la humedad y va a actuar la capa cerosa de la fibra, esta investigación se basa en el desarrollo de un nuevo conjunto de NFRP que está compuesta por fibra de luffa, cacahuete y almendra ya que se va a determinar la mejor fracción volumétrica que va a ayudar a tener un mejor refuerzo. Concluyendo que, los materiales están compuestos y se van a fabricar mediante una técnica y sus CM van a pasar por diferentes pruebas tales como la tracción, la dureza, la densidad, el impacto y la prueba de absorción de humedad.

Sanchez et al. [26], en su artículo “Efectos de la sulfidez sobre la resistencia a la flexión de placas de fibrocemento reforzadas con fibras de guadua angustifolia kunth con

pretratamientos alcalinos” evalúan el efecto de las NaFy que han sido tratadas alcalinamente mediante temperaturas bajas y han sido combinados por tres valores de sulfidez. La metodología es EXDS, y para ello, se han evaluado los cambios que han ido pasando en la superficie de la fibra y los valores de agua que han sido tratados con alcalinos con las diferentes proporciones de las fibras que han sido elaborados los tableros de cemento reforzado ya que se han evaluado la concentración de sulfidez en las CM de los tableros. Resultando que, la FR de los tableros de cemento ha obtenido mejores resultados que en tableros de fibras no tratadas. Después de 180 días han obtenido una mejor FR esto se debe que los tratamientos alcalinos han evitado de mala calidad de fibras en la matriz del cemento. Concluyendo que, se ha demostrado que al obtener un valor menor de la sulfidez ha llevado que las fibras con superficie limpia y así ha ido mejorando la adherencia en la matriz cemento – fibra y se han compuesto tableros de cemento con un mejor rendimiento mecánico.

Hussain et al. [27], en su artículo “Propiedades de la flor de palma tropical mexicana y de las fibras del fruto para su posible uso en materiales de construcción ecológicos” analizaron las principales características de la fibra de palma en el ámbito de la construcción para así tener una mejor reutilización de NaFy como una de las principales materias primas asociadas con el hormigón, mortero y ladrillos de adobe ya que van a reforzar y dar soluciones ecológicas para la gestión de residuos de fibra natural. La metodología fue de tipo exploratorio, donde se revisó respecto a la aplicación de las NaFy y como han proporcionado una mejor CR, FR y TR en el concreto. Resultando que, las pruebas mecánicas de las fibras de palma han dado como resultados que han tenido una variación optima en la TR, CR y FR tanto que las fibras naturales, ya que han tenido las propiedades de carga- flexión, incrementando hasta un 31.8%. Concluyendo que, las fibras de palma tienen una mejor CR, FR y TR. Están cumpliendo con todos los requisitos en la industria de la construcción las fibras de pal y las fibras de fruto de palma, las CM han ido aumentando para la utilización de los materiales ya que han sido compuestas por hormigón, morteros y bloques de ladrillos en la construcción.

Jayaprakash et al. [6], en su artículo “Estudio comparativo de la eficacia de la fibra de

yute tratada químicamente y la fibra de bambú en las propiedades de las vigas de hormigón armado” compararon fibras sintéticas con las NaFy para tener una mejor característica mecánica del hormigón. La metodología fue EXDS, y se han adicionado proporciones de 0.5, 1, 1.5, 2 y 2.5 por el peso de cemento de la matriz principal del concreto, asimismo, se va a estudiar la CR y FR del concreto reforzado con las NaFy. Resultando que, la CR máxima se obtuvo como 26,4 MPa y 26,1 MPa para hormigón al agregar las proporciones de 1,5% de fibras de bambú y 2% de fibras de yute, a los 28 días de curado. al mismo tiempo, se ha obtenido una FR optima de 6.36 MPa y 6.1 MPa para concreto al agregar 1.5% de fibras de bambú y 2% de fibras de yute, a los 28 días de curado. Concluyendo que, incorporar 1.5% y 2% de las fibras de yute y de bambú ha existido una unión entre las fibras y la matriz principal del concreto al darse un resultado óptimo de CR y FR.

Helaili et al. [28], en su artículo “Refuerzo compuesto de fibra natural Alfa para vigas de hormigón” utilizaron NaFy para mejorar el comportamiento del concreto. La metodología fue EXDS, y para ello se incorporaron las NaFy y luego se determinó sus CM de los especímenes. Resultando que, al incorporar en las vigas de hormigón las NaFy se va a reducir la TR, pero va a aumentar la tensión en las barras de acero de vigas se ha realizado un trabajo de 40 mm x 40 mm x 160 mm y se ha mostrado que los resultados han mostrados una buena correlación, la luz se va a reducir en un 26,65% ya que no va a afectar su comportamiento en las CM. Concluyendo que, al incluir la NaFy las CM han ido en aumento ya que ha tenido buenas correlaciones cemento-fibra, se puede utilizar en el refuerzo de vigas de concreto hechas de elementos no aligerados ya que tienen el mismo comportamiento estructural.

Chaiyasarn et al. [29], en su artículo “Comportamiento a la flexión de vigas RC híbridas naturales reforzadas con FRP y mediciones de deformación utilizando BOTDA” analizaron el comportamiento de las NaFy en el concreto. La metodología fue EXDS y para ello se añadieron cantidades porcentuales de NaFy. Resultando que, al agregar las NaFy híbridas las CM han obtenido un mejor resultado en el patrón de la flexión, se han exhibido que las capacidades de las disipaciones de energía son de 20.5% y 28.4% más altas que las vigas

que no tienen incluidas las fibras naturales híbridas. Concluyendo que, al utilizar las NaFy híbridas ha tenido una mejora en los hormigones convencionales al mejorar las propiedades mecánicas de las vigas de hormigón ya que la flexión ha sido muy óptima y las muestras han señalado que al incluir las fibras las CM han mejorado.

Luego, en el Perú, Chilon [30], en su estudio "Determination of a lightened concrete by replacing 20%, 40% and 60% of the coarse aggregate with wood fibers" investigó cómo reemplazar parte del agregado grueso por fibras de madera en concreto. Para la metodología, que fue TAD, EXDS usó 72 muestras y ensayos para evaluar el comportamiento. Los resultados confirman que, sustituir el 20% logró 64.78 kg/cm<sup>2</sup>, el 40% alcanzó 41.26 kg/cm<sup>2</sup> y el 60% dio 13.13 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, logrando solo el 31%, 20% y 6% de la resistencia de diseño. El concreto estándar logró 233.88 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia prevista. Concluyendo que, se ha observado que al momento de incorporar NaFy el diseño de concreto convencional ha tenido un aumento en su CR del elemento estructural.

Bellido [31], en su estudio "Mechanical properties of lightweight concrete with the incorporation of wood chips" evaluó las CM de concreto con virutas de madera añadidas en diferentes proporciones. La metodología fue TAD, EXDS. Se llevó a cabo la caracterización de agregados y virutas de madera, y se diseñó la mezcla siguiendo estándares específicos. Se prepararon probetas para ensayos de CR, FR y TR, mientras que las virutas fueron analizadas para medir cambios en humedad y peso. Se verificó que al incorporar virutas de madera se logra reducir el peso específico hasta un 71.26% máximo, cumpliendo con la CR requerida para concreto ligero. No obstante, esta adición afectó la trabajabilidad, aumentó el tiempo de desmolde y alteró el color del concreto. Concluyendo que, es necesario efectuar más investigaciones, para determinar el porcentaje óptimo de estos elementos naturales, que ha demostrado influenciar en las CM del concreto.

Hasta el momento, no se han realizado investigaciones en Lambayeque que aborden la inclusión específica de la Fibra de Pinus en el concreto. Sin embargo, llevar a cabo este estudio sentará las bases teóricas para investigaciones posteriores.

Por otro lado, el estudio ofrece justificaciones. Socialmente, impacta en la industria de

la construcción al aplicar tecnologías para el diseño del concreto con fibra de pino, evitando grietas y beneficiando económicamente a propietarios y constructores. Ambientalmente, influye en la regulación climática debido a su entorno árido. Técnicamente, se sigue la norma E-060, realizando pruebas para evitar fisuras en el concreto utilizado en la región, buscando la dosis adecuada de fibra para detener tales problemas; y la importancia, radica que, al emplear la fibra de pino como refuerzo, permitirá mejoras en las CM del concreto.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la incorporación de fibras de pinus en las CM del concreto de diseño 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>?

## **1.3. Hipótesis**

Ho: No llega a ser significativo el aporte que brinda la adición de la Fibra de Pino en las CM del concreto.

Ha: Si llega a ser significativo el aporte que brinda la adición de la Fibra de Pino en las CM del concreto.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el impacto sobre la adición de las fibras de pino en las CM del concreto en el departamento de Lambayeque.

### **Objetivos específicos**

- Caracterización física de los agregados.
- Determinar las CM del concreto tradicional  $f'c$ , 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, y con dosificación de fibras de pinus con las relaciones en peso de 110, 220, 330 y 440 gr por m<sup>3</sup>.
- Determinar la dosificación óptima de fibras de pinus para mejorar las CM del concreto.

## 1.5. Teorías relacionadas al tema

### - **Concreto reforzado con fibras naturales**

El concreto reforzado con fibras naturales nos permite obtener beneficios en las características mecánicas con respecto a los otros concretos, así mismo nos permite dominar su calidad. Los autores Hwang and Song [32], nos dicen que al utilizar mortero reforzado con de fibras naturales van a alcanzar doblemente su resistencia a la flexión, además de ello el elemento tiende a ser más dúctil; es decir que en este caso el agrietamiento es más visible por ello podemos observar fácilmente el daño de un elemento.

### - **Diseño de CR en el hormigón reforzado con fibras**

Al obtener la CR en base al hormigón va a depender de la CR de mortero. La mezcla de cemento, arena y agua; la influencia en las CM que va a ser el agregado y la interface en la relación de dos compuestos; que viene a ser el contenido de aire y las adiciones minerales; además, la manera que las variables van a ser involucradas en la resistencia de mortero, se va a considerar que el contenido de agua y la muestra de cemento que se eligen y se producen a un nivel nacional que van a ser: uso universal, va a tener un moderado calor de hidratación, también una alta resistencia a temprana edad, un bajo calor en el tema de hidratación y una alta resistencia a todo tipo de sulfatos. El comportamiento de la zona de transición del agregado depende de sus constituyentes tales como la cantidad, tamaño, tipo de minerales, entre otros. [33]

### - **Concreto**

Es un material ampliamente empleado en la construcción civil, industrias de construcción por ser económico y por su versatilidad con respecto a las tenciones compresivas, pero presenta baja tensión de flexión, tracción, cizallamiento y torsión, en algunos casos muestran grietas y otras fallas. Por ello se ha optado por reforzarlo con acero, quien le concede propiedades mecánicas y le accede resistir cargas más sustanciales. Por consiguiente, la durabilidad de dicho hormigón armado decreta la vida útil de las

infraestructuras relativas expuestas a agentes de corrosivos como sulfatos, cloro, entre otros, que dañan edificios física, química, biológica y estructuralmente, afectando la estética de la infraestructura. [34].

El concreto se compone de cemento, agregados y agua. Su resistencia es crucial y se prueba a los 28 días. Si es débil, se puede fortalecer con fibras para mantener su capacidad de resistencia, mostrando una tenacidad cuasi-dúctil. [35].

En los últimos años, el hormigón es el material más empleado en el sector de la construcción, debido a que posibilita la edificación de obras civiles en diversidad de geometrías y tamaños, por ello lo transforma en un material de construcción universal; pero, el peso propio, la alta densidad del material es un parámetro desfavorable en el diseño de infraestructuras. Una alternativa muy valiosa para la reducción en su peso en los hormigones ligeros, los cuales muestran una menor densidad; debido a que estas mezclas son compuestas generalmente de materiales que ayudan a obtener una alta porosidad, por la cantidad de sistemas de vacíos en su estructura interna. En los últimos tiempos existen gran variedad de hormigones ligeros, ya sea por la adición de un medio espumoso (concreto celular) o por la incorporación de materiales tales como caucho, poliestireno expandido, o subproductos de procesos industriales agrícolas como la palma de aceite, actualmente se ha estudiado en más ocasiones. Estos materiales brindan alternativas que son útiles para la incorporación en hormigones ligeros en estructuras, no necesariamente en grandes cantidades.

#### **- Fibras Naturales**

Se componen por celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina, con diminutivas cantidades de extractos. Las fibras de bonote son principalmente marrones y son extraídas de la cascara exterior fibroso de un coco; la fibra individual de las células es estrechas y huecas, con paredes de amplio grosor hechas de celulosa. El yute, la fibra de coco y el bambú se pueden emplear con ventaja en el hormigón en la carga de energía o CO<sub>2</sub>, semejantes a otros tipos de fibras. Asimismo, se descubrieron beneficios en la resistencia al impacto e

incremento de la ductilidad en condiciones de carga estática. [36].

- **Estructura del concreto armado**

Las estructuras de concreto pueden necesitar reforzarse con materiales compuestos para adaptarse a cambios. Estos ofrecen ventajas mecánicas y se pueden orientar para resistir esfuerzos, aunque presentan desventajas. [37]

- **Concreto portland**

El concreto es un material clave en construcción, mezclando cemento, arena, piedra y agua. Sus propiedades dependen de los componentes y sus porcentajes. El cemento Portland, compuesto por Clinker y adiciones, reacciona con el agua para endurecer y ofrecer resistencia mecánica capaz de soportar grandes esfuerzos. [38]

- **Cambios volumétricos en el concreto**

Las fisuras en estructuras de concreto indican problemas serios. Aparecen en el centro de luces, losas y vigas, tanto en estado fresco como endurecido. Son inherentes al concreto armado y reducirlas es complicado. Estas fisuras permiten el acceso a agentes agresivos como cloruros, dañando la armadura de acero y disminuyendo la adherencia a la estructura. [39]

- **Cambios volumétricos en edad temprana**

Los cambios a temprana edad van a subir en las primeras 24 horas, debido al calor de hidratación y las condiciones ambientales en las cuales se presentan y las deformaciones autógenas, la formación de fisuras se producen especialmente en el concreto con una baja relación de agua-cemento. Las estructuras que van a prevalecer de las fisuras a temprana edad presas, zapatas, aliviaderos y columnas de gran tamaño. [40]

- **Contracción química**

Se trata de la reducción del volumen total de líquidos y sólidos. En grandes estructuras, como represas, esto puede causar grietas. Los productos hidratados del cemento

disminuyen su volumen, contrarrestado por la hidratación y la unión de iones para evitar la erosión. Esto afecta principalmente el volumen interno sin alterar las dimensiones externas del concreto. [41]

- **Contracción autógena**

El volumen es menor que la contracción química es capaz de reducir el comportamiento del concreto dependiendo al tiempo, ya que se está evaluando la fluencia, contracción, deformación térmica, envejecimiento, agrietamiento desde las edades muy tempranas hasta varios años después. Los campos de calor y de humedad, así mismo el grado de la hidratación, se van a obtener de las soluciones de problemas termo-químico que este acoplado a un modelo. [42]

- **Hundimiento del concreto**

El hundimiento comienza a edades tempranas perjudica el desempeño que llega a tener en estructuras, el hundimiento del concreto consolidado bueno, que va a tener un sangrado mínimo es mínimo. El hundimiento excesivo que está en la parte de arriba de los elementos, los cuales son el refuerzo de acero (armadura), van a resultar en un agrietamiento (fisuración) en los elementos. Así mismo las fibras naturales van a reducir la fisuración por hundimiento. [43]

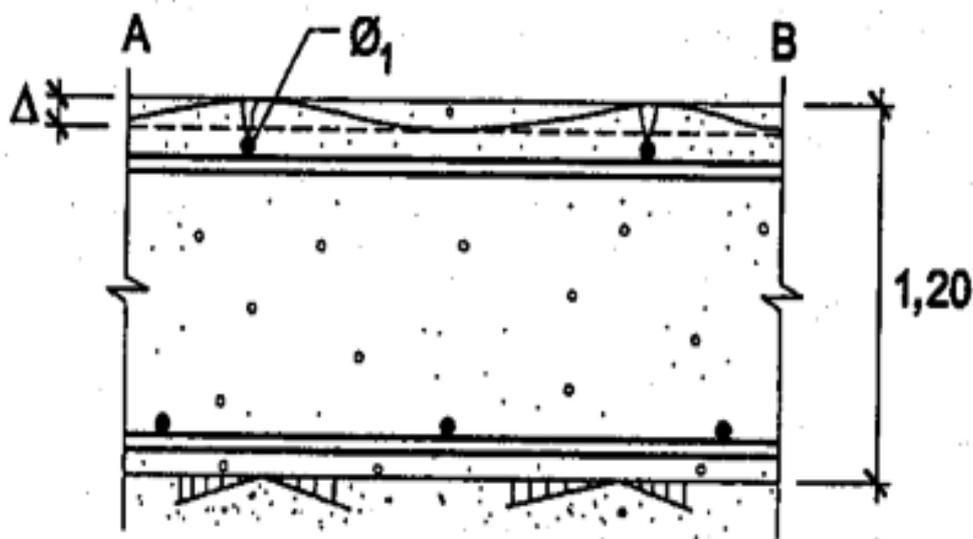


Fig. 1. Asentamiento plástico. [43]

Nota. De la Fig. 1. se muestra el hundimiento del concreto. [43]

- **Hinchazón**

El concreto y el mortero se hinchan con agua externa. El volumen aumenta cuando esta reemplaza la del proceso químico. Sin autodesecación, no hay contracción interna. La hinchazón resulta de la absorción y presión osmótica. Al cambiar la fuente de agua, se revierten los cambios de volumen. [44]

- **Expansión térmica temprana**

El aumento de temperatura que va a ocurrir a tempranas horas y días va a inducir a tener una expansión pequeña que van a compensar la contracción autógena y de secado. Con las condiciones del tiempo el concreto no va a disipar el calor suficiente y se va a llegar a tener temperaturas muy altas. [40]

- **Cambios volumétricos del concreto endurecido**

- **Contracción por secado**

. El concreto reforzado tiene menos contracción por secado que el simple, varía con la cantidad de refuerzo. Reducir el contenido de agua y aumentar el agregado grueso retrasa la contracción. [45]

- **Cambios volumétricos por agentes químicos**

- **Carbonatación**

Los concretos en estado endurecido que contenga alguna humedad va a reaccionar con el dióxido de carbono del aire, La carbonatación resultar siendo una de las principales causas de la corrosión en refuerzo. [46]

- **Ataque de los sulfatos**

En los últimos tiempos, la vida útil que llega a tener las estructuras es menor y esto se debe al ataque de los sulfatos en el concreto ya que van a ocurrir cuando el agua freática y el suelo llegan a tener alto índice de sulfatos y no que no se toman medidas, por lo que

llega a ser importante conocer la mezcla de todos los materiales y las interacciones que llegan a tener. Los ataques de los sulfatos generalmente se llegan a tener en una expansión del concreto ya que se forman solidos por la cristalización de sales o alguna acción química. Por lo que se debe llegar a tener una mejor tecnología para evitar que los sulfatos deterioren las estructuras. [47]

- **Materiales**

- **Cemento (OPC)**

La Norma E.060 [48], define el cemento adicionado como una mezcla de Clinker portland con otros materiales como escorias y puzolanas, limitados por regulaciones técnicas. Estas adiciones mejoran las propiedades del cemento.

**Tabla I**

Cemento portland adicionado para construcción en general

Tipo	Denominación
IS	OPC con escoria de alto horno.
IP	OPC puzolánico.
IL	OPC – caliza.
I(PM)	OPC puzolánico modificado.
IT	OPC adicionado ternario.
ICO	OPC compuesto.

Nota. De la Tabla I se evidencia la denominación de los cementos, acorde a N.T.P E.060. [48]

**Tabla II**

Cemento Portland con Características Especiales

<b>TIPO</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
GU	Edificaciones comunes.
HE	Fuerte resistencia temprana.
MS	Resistencia media a sulfatos.
HS	Fuerte resistencia a sulfatos.
MH	Calor de hidratación moderado.
LH	Bajo desarrollo de calor.
Adicional	Cualquiera de estos.
Opción R	Reactividad potencial con los álcalis de los agregados.

Nota. De la Tabla II se evidencia las características del OPC de acuerdo con la NTP 334.082, especificación de la performance. [49]

- **Agregados**

El agregado fino, menor a 9.5mm, puede ser natural o manufacturado, limpio y angular. Los ensayos miden su efecto en la resistencia del concreto, con un módulo de fineza de 2.3 a 3.1. El agregado grueso, retenido en 4.15mm, puede ser grava natural, triturada o metálica, estable y sin impurezas, con una granulometría específica. No debe pasar más del 5% por la malla 1 ½ ni el 6% por la malla ¼ pulgada. [50]

**Tabla III**

Límites de sustancias perjudiciales en los agregados.

<b>Ensayos</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Partículas pequeñas	3%	3%
Material más fino que el tamiz N°200		
Concreto susceptible a desgaste	3% (a)	1%
Concretos diferentes	5% (a)	1%
Carbón y lignito	0.5%	0.5%
Abrasión		50%
Resistencia al impacto del agregado		30%
Erosión por sulfato de sodio	10%	12%
Erosión por sulfato de magnesio	15%	18%

Nota. La Tabla III indica las condiciones para los agregados en el concreto. (a) En arena artificial sin limo ni arcilla, los márgenes pueden ampliarse a un 5% y 7%.

Las características clave de los agregados incluyen granulometría, peso, absorción y humedad. La distribución de tamaño se mide por tamizado. Variaciones afectan la uniformidad del concreto. Arenas finas son costosas, las gruesas afectan la trabajabilidad. Una curva suave da mejores resultados.

**Tabla IV**

Limites recomendables para granulometría del agregado fino

<b>Malla</b>	<b>% que pasa</b>
3/8 "	100
No 4	95 a 100
No 8	80 a 100
No 16	50 a 85
No 30	25 a 60
No 50	5 a 30
No 100	0 a 10

Nota. De la Tabla IV se evidencia los límites aceptables respecto a la granulometría del árido fino, teniendo en cuenta lo que establece la NTP 400.037 AGREGADOS, especificaciones para agregados en concreto.

- **Ensayos en estado plástico**

- **Asentamiento**

Se usa un molde cónico y varilla de 16 mm, comúnmente usado. El cono de Abrams se llena en tres capas iguales. Se golpea cada capa 25 veces, se alisa y se retira lentamente. La medida de asentamiento se mide con precisión usando una regla. Si el concreto se desmorona, se repite con una nueva muestra. [51]



**Fig. 2.** Ensayo de Asentamiento de Slump de 4" en concreto fresco

Nota. De la Fig. 2 se muestra el procedimiento que se realiza para la determinación del asentamiento.

- **Peso Unitario**

Se usa agregados de 1 ½ pulgada, herramientas limpias y húmedas. Llenar el molde en tres capas iguales, 25 varilladas por capa, golpear los laterales 10-15 veces con martillo de goma de 600 gramos. Compactar, enraizar con varilla y pesar el molde. [52]

- **Contenido de Aire**

El método de presión mide el aire en mezclas frescas basándose en la ley de Boyle. Realizado luego del ensayo de peso unitario del concreto. [52]



**Fig. 3.** Ensayo de contenido de aire. [52]

Nota. De la Fig. 3 se muestra el equipo para determinar el contenido de aire en la mezcla fresca. [52]

- **Temperatura**

Para realizar el ensayo de temperatura del concreto fresco el sensor tiene que ser cubierto menor de (3 pulg.) la temperatura tiene que estar en un rango de  $-18^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$ . [52]



**Fig. 4.** Temperatura de concreto fresco. [52]

Nota. De la Fig. 4 se muestra la determinación de la temperatura del concreto fresco. [52]

- **Ensayo en estado mecánico.**

- Resistencia a la Compresión**

Consiste en aplicar carga axial a muestras cilíndricas o extraídas con diamantina. La máquina debe estar calibrada, con dos bloques de acero que se ajustan a las probetas. [53]

**Tabla V**

Máximo valor del diámetro del bloque y de la probeta de ensayo.

<b>Diámetro de probeta de ensayo, mm</b>	<b>Máximo diámetro, mm</b>
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

Nota. De la Tabla V se muestra los valores máximos, teniendo en cuenta la NTP 339.034 HORMIGON (CONCRETO). [53]

El centro de la rótula debe coincidir con la cara de la probeta con una tolerancia de  $\pm$  5% del radio. El diámetro de la rótula debe ser al menos el 75% del diámetro de la probeta. No se ensayarán probetas si los diámetros individuales difieren. El diámetro para el cálculo se determina promediando dos diámetros perpendiculares. [53]



**Fig. 5.** Equipo para medir resistencia a la compresión: Prensa hidráulica

Nota. De la Fig. 5 se muestra el equipo que se empleará para determinar la resistencia a la compresión del concreto.

Los ensayos de compresión se van a realizar una vez retiradas de la zona donde está en curado y se realiza los ensayos en condición húmeda. Asimismo, es preciso argumentar que, la CR se puede obtener al dividir la carga máxima por un área transversal original de un

espécimen en una prueba de compresión el cual se expresa ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) que va a alcanzar a los 28 días, a este se le denomina el símbolo  $f'c$ ; los ensayos de CR que son usados específicamente para determinar si la mezcla de concreto suministra, y que llegue a cumplir una resistencia especificada  $f'c$ . [53].

En el tema de la CR viene hacer la propiedad principal del concreto, es decir que tiene la suficiente posibilidad de soportar cargas y los esfuerzos, ya que va a tener un mejor desempeño con la TR, ya que van a tener unas propiedades que son adherentes del cemento. [54]. En algunos tipos de estructuras de concreto que van a ser diseñadas por suposición van a tener un tipo de esfuerzos de compresión, tiene que cumplir con la CR en un punto de vista de calidad. [55].

### **Resistencia a la flexión**

Se refiere a la capacidad del material para resistir la curvatura causada por la aplicación de fuerzas en la estructura [56]. Por otro lado, según Dhir, se considera una forma indirecta de evaluar la resistencia a la tracción del concreto, y puede determinarse mediante una prueba de carga en el tercer punto y en el punto central. A pesar de que la ejecución de la prueba plantea dificultades debido a problemas en la manipulación y evaluación de las muestras, se emplea habitualmente en el diseño de pavimentos de concreto, ya que simula la FR del pavimento bajo la carga de vehículos [57].

### **Resistencia a la tracción**

Es posible determinarla empleando diversos métodos de prueba en varios tipos de muestras, tales como tracción directa, flexión, fractura, tracción anular y ensayos de doble punzón. La aplicación de una carga de tensión directa a muestras de concreto resulta complicada. Además, los métodos tradicionales para evaluar la resistencia a la tracción presentan varios inconvenientes significativos relacionados con desafíos en el mecanismo de carga, como la excentricidad de la carga, la falta de uniformidad en la tensión o la deformación, y la concentración de tensiones en los extremos de la muestra, lo que conduce a la fractura de dichos extremos [58].

## **Módulo de elasticidad**

Se ve influenciado por una amplia gama de factores, como la CR de la muestra, su antigüedad, el tipo de agregado y cemento empleados, la velocidad de carga y el tamaño de la muestra de prueba. La obtención precisa del ME, siguiendo las pautas estándar, es un proceso complejo que requiere protocolos de carga especializados y un seguimiento constante de la tensión [59]. Por otro lado, según Ahmadi & Kioumarsi, sostienen que el ME es un indicador utilizado para caracterizar la rigidez de materiales sólidos. Este parámetro es una de las propiedades mecánicas de los materiales sólidos elásticos lineales y varía en función del tipo de material y la temperatura. A través de este parámetro es posible establecer la relación entre la fuerza aplicada y la deformación en un material. Los materiales sólidos sufren deformaciones bajo carga, y cuando vuelven a su forma original después de la carga, se habla de deformación elástica. La relación entre deformación y esfuerzo es lineal en la región donde se mantiene constante la relación entre la carga y la deformación. Además, se requeriría una fuerza infinita para deformar un material completamente rígido, lo que haría que su módulo de Young se aproximara al infinito. Un material con un módulo de Young muy elevado se considera rígido y cambia su forma de manera mínima bajo cargas elásticas [60].

### **- Importancia de las Propiedades del Concreto en Estado Endurecido**

Las propiedades del estado endurecido concreto, como la CR, la TR, la FR, la resistencia al impacto, la resistencia a la absorción, la tenacidad y la capacidad de carga, tienen un alto potencial para mejorarse mediante la adición de diferentes contenidos y tipos de fibras. Además, el refuerzo de las composiciones tiene efectos positivos en el control de los efectos negativos de la contracción, lo que mejora las características de durabilidad. La eficiencia del refuerzo de fibra para mejorar las propiedades del estado endurecido y limitar los aspectos negativos de la contracción depende en gran medida del tipo de fibra y la dosis [61].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de este estudio es aplicado, puesto que, busca soluciones prácticas en áreas como industria, tecnología o sociedad mediante la aplicación de conocimientos existentes [67]. Ahora bien, en base al estudio se explicó a detalle sobre el uso de fibra de pino en el concreto, realizándose diseños de mezcla y posteriormente sometiéndolos a ensayos mecánicos. Las especificaciones normalizadas de los agregados en concreto, la experimentación se ha desarrollado en el laboratorio LEMS W&C EIRL, los datos han sido recolectados en formatos estándares y posteriormente procesados.

El diseño usado en este estudio es experimental, definiéndose como es la planificación y estructuración de un estudio científico para investigar y evaluar efectivamente variables y factores específicos [68], por ende, acorde al estudio se realizaron ensayos de laboratorio y se obtuvieron datos de acuerdo a ello.

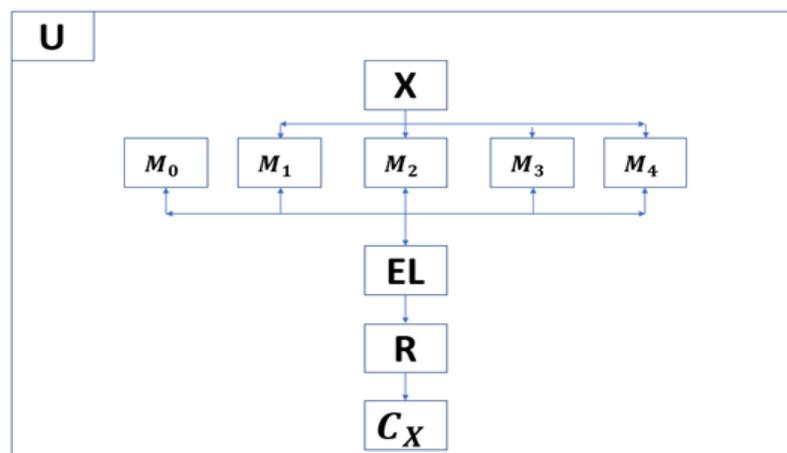


Fig. 6. Diseño de la investigación

- X** = Fibra Pino.
- M<sub>0</sub>** = Diseño + 0 gr de fibra
- M<sub>1</sub>** = Diseño + 110 gr de fibra
- M<sub>2</sub>** = Diseño + 220 gr de fibra
- M<sub>3</sub>** = Diseño + 330 gr de fibra.

- $M_4$  = Diseño + 440 gr de fibra
- $ML$  = Experimentación en laboratorio.
- $R$  = Resultados de las CM.
- $C_x$  = Conclusiones respecto a la fibra de Pino.
- $U$  = Universo o Muestra. Concreto fibroreforzado de resistencias a la compresión de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.2. Variables, Operacionalización

**Dependiente:** Caracterización Mecánica del Concreto.

**Definición conceptual:** Se llevarán a cabo ensayos para determinar las propiedades mecánicas, siendo estas de resistencia a la CR, FR, TR y ME [61].

**Definición operacional:** Inicialmente se elaborará un diseño de mezcla, para tener en cuenta las cantidades porcentuales de los componentes a incorporar (árido fino y grueso, agua, OPC y pinus). Posteriormente, las muestras elaboradas serán sometidas a ensayos de CR, FR, TR y ME, donde finalmente se efectuará un análisis adecuado para determinar su comportamiento mecánico.

**Independiente:** Fibras de Pinus

**Definición conceptual:** Estas fibras brindan un desempeño mecánico satisfactorio, asimismo, son renovables, tienen un bajo costo de procesamiento, se producen en abundancia y tienen un bajo impacto ambiental en su producción [32].

**Definición operacional:** Se añadirán dosificaciones de 110, 220, 330 y 440 gr/m<sup>3</sup> de fibras de pinus.

**Tabla VI**

Operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala
Caracterización de las Propiedades Mecánicas del Concreto	Para la elaboración del concreto experimental se llevarán a cabo ensayos para determinar las propiedades mecánicas, siendo estas de CR, FR, TR y ME [61].	Se elaborará un diseño de mezcla, posteriormente, las muestras elaboradas serán sometidas a ensayos mecánicos, donde finalmente se realizó un análisis interpretativo a sus resultados y se determinó si cumple lo establecido por la Norma.	Propiedades físicas	Granulometría	%	Formatos y ensayos de materiales en laboratorio.	%	Dependiente	Razón
				Peso específico	Kg/cm <sup>3</sup>		Kg/cm <sup>3</sup>		
				Contenido de humedad	%		%		
				Asentamiento	Cm		Cm		
				Temperatura	°C		°C		
		Propiedades mecánicas	CR	Kg/cm <sup>2</sup>	Formatos y ensayos de materiales en laboratorio.	Kg/cm <sup>2</sup>	Razón		
			FR						
			TR						
			ME						
			Patrón						
Fibra pinus	Estas fibras brindan un desempeño mecánico satisfactorio, asimismo, son renovables, tienen un bajo costo de procesamiento, se producen en abundancia y tienen un bajo impacto ambiental en su producción [32]	Se añadirá en determinadas dosificaciones	Dosificaciones	110	gr/m <sup>3</sup>	Observación y ficha de recolección de datos	gr/m <sup>3</sup>	Independiente	Razón
				220					
				330					
				440					

Nota. De la Tabla VI se evidencia la operacionalización del estudio

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

*Población de estudio*, siendo el conjunto completo de elementos que comparten tipologías específicas y son objeto de análisis en una determinada investigación [62]. Para la investigación la población tiende a ser objeto de análisis las probetas obtenidas de diseño de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> que van a ser adicionadas con fibra de pino en las cantidades de 110, 220, 330 y 440 gr/m<sup>3</sup> del mortero. El total de la población será 360 probetas.

*Muestra*, es un subconjunto representativo y seleccionado de la población, utilizado para realizar observaciones, mediciones o pruebas en una investigación [62]. Teniendo en cuenta la definición, la muestra lo conformaron las probetas de concreto, siendo un total de 360 probetas (180 para cada diseño de mezcla de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, respecto a los materiales que se van a utilizar van a ser el cemento portland Tipo I, en los agregados será piedra de media pulgada y arena que se obtendrá de la de las canteras la Victoria, Pátapo y Tres Tomas y también será utilizado la fibra de pino. En la Tabla I se refleja la cuantía muestral patrón y con adición del material.

*Muestreo*, se consideró probabilístico. Se basa en el principio de aleatoriedad y ofrece la posibilidad de hacer inferencias precisas sobre la población a partir de la muestra [63]. En este caso se seleccionaron todas las muestras de concreto, donde posteriormente se le añadieron el elemento alterno y fueron todas las muestras analizadas.

*Criterios de selección*, se tuvo en cuenta la composición de la muestra, considerando variables como la resistencia mecánica, la uniformidad de las fibras, y así asegurando una distribución homogénea en el concreto; el tamaño y la forma de las fibras para garantizar su efectividad como refuerzo; y la consistencia en la preparación de las muestras para obtener resultados confiables y comparables en las pruebas mecánicas.

**Tabla VII**

Total de muestras a realizar diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>

Curado (Tiempo/ días)	Ensayos para determinar CM	Diseño patrón	Fibras de Pinus como refuerzo gr/m <sup>3</sup>				Subtotal de muestras	Total
			110	220	330	440		
			7		3	3		
14	CR	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
7		3	3	3	3	3	15	
14	TR	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
7		3	3	3	3	3	15	
14	FR	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
7		3	3	3	3	3	15	
14	ME	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
<b>Total de probetas</b>							<b>180</b>	

Nota. Datos calculados de manera propia acorde a los ensayos realizados.

**Tabla VIII**

Total de muestras a realizar diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>

Curado (Tiempo/ días)	Ensayos para determinar CM	Diseño patrón	Fibras de Pinus como refuerzo gr/m <sup>3</sup>				Subtotal de muestras	Total
			110	220	330	440		
			7		3	3		
14	CR	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
7		3	3	3	3	3	15	
14	TR	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
7		3	3	3	3	3	15	
14	FR	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
7		3	3	3	3	3	15	
14	ME	3	3	3	3	3	15	45
28		3	3	3	3	3	15	
<b>Total de probetas</b>							<b>180</b>	

Nota. De la Tabla VIII se observa la cantidad de muestras para diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>.

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

### **Técnicas**

Se emplearon técnicas de observación y se recopilaron datos siguiendo estándares del laboratorio LEMS W&C EIRL. Se utilizaron documentos y plantillas estandarizadas, como el de Asentamiento NTP 339.035 para la calidad del concreto, el registro de Peso Unitario NTP 339.046, el Porcentaje de Aire Atrapado NTP 339.080, Temperatura NTP 339.184, así como formatos específicos para propiedades mecánicas según las normativas NTP y ASTM, abordando la CR, FR, TR y ME.

### **Instrumentos**

Por otro lado, se utilizaron diversos instrumentos de medición y análisis acorde con los estándares del laboratorio LEMS W&C EIRL y las normativas NTP y ASTM. Se emplearon equipos como medidores de asentamiento, balanzas para registrar el Peso Unitario, dispositivos para evaluar el Porcentaje de Aire Atrapado, termómetros para medir la Temperatura y herramientas específicas para ensayos de CR, FR, TR y ME según las normativas.

### **Validez y Confiabilidad**

La validez en esta investigación se refiere a la capacidad de las mediciones y herramientas utilizadas para realmente evaluar las propiedades mecánicas del concreto con fibras de pinus. La confiabilidad, por otro lado, se relaciona con la consistencia y precisión de los resultados obtenidos, asegurando que estos sean reproducibles y consistentes al realizar mediciones o pruebas similares en diferentes momentos.

En el Anexo IV y V se observará la validez de la investigación; mientras que en el Anexo III se reflejará la confiabilidad.

-

-

-

## 2.5. Procedimiento de análisis de datos

En la Fig. 7 se reflejará el diagrama de flujo de proceso que se llevó a cabo en la investigación

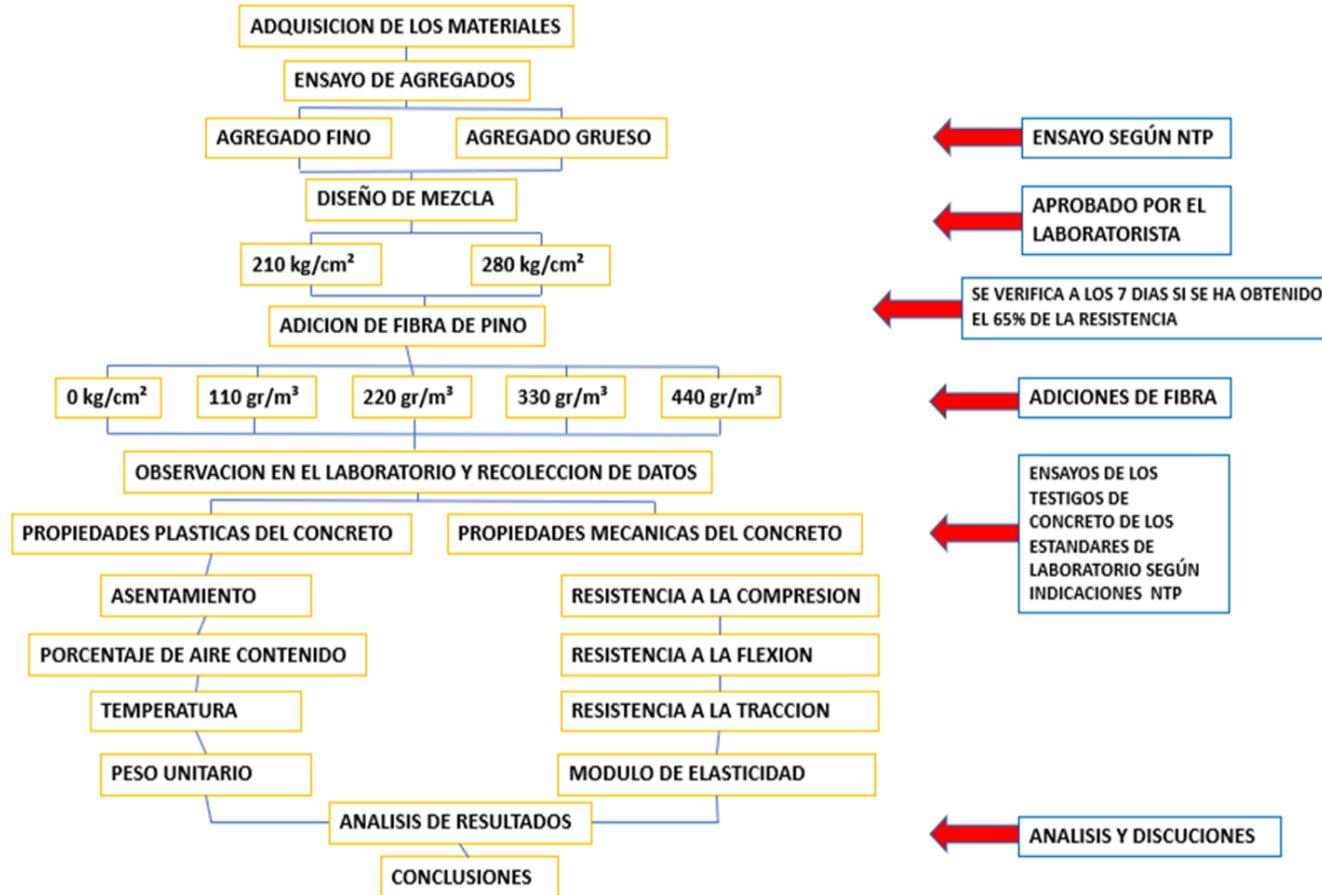


Fig. 7. Diagrama de Proceso de Flujo

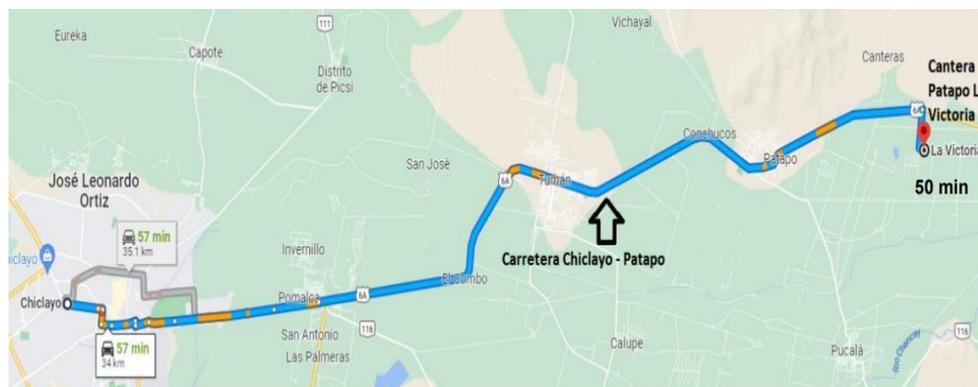
Nota. De la Fig. 7. se aprecia el diagrama de flujo para la presente investigación

## Descripción de procesos

En el laboratorio LEMS W&C EIRL se idearon formulaciones para lograr resistencias de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Una muestra estándar, sin fibra de pino (0 gr/m<sup>3</sup>), se diseñó y probó hasta alcanzar la resistencia deseada, validada por un especialista del laboratorio. Luego, distintas cantidades de fibra de pino (110, 220, 330 y 440 gr/m<sup>3</sup>) se añadieron a las mezclas estándar para cada resistencia, seguidas de la dosificación de materiales y ensayos correspondientes, todo registrado según estándares del laboratorio LEMS W&C EIRL, cumpliendo las normativas NTP y ASTM. Ahora bien, para un mejor detalle se explicará cada uno de los procesos:

### - **Materiales y Extracción de Agregados:**

Se llevó a cabo un estudio exhaustivo en canteras dentro de Lambayeque, priorizando las de Pátapo y Pacherez que cumplieron con los requisitos granulométricos establecidos para proveer árido fino y grueso, respectivamente. Esto fue crucial para obtener materiales adecuados y ajustados a las especificaciones del estudio.



**Fig. 8.** Ubicación del Árido Fino - Cantera Pátapo

Nota. De la Fig. 8 se observa la ubicación donde se extrajo del árido fino empleado para la realización del estudio.

### - **Cemento y Agua:**

El cemento utilizado fue de la marca Qhuna – Tipo I, seleccionado para los diseños de concreto. El agua empleada procedía de la fuente potable del Laboratorio "LEMS W&C

EIRL", con certificación de calidad potable otorgada por EPSEL. Esta combinación de materiales aseguraba la calidad necesaria para el proceso de investigación.



**Fig. 9.** Cemento Marca Qhuna - Tipo I

Nota. De la Fig. 9. Se observa el material cementicio que fue empleado en la realización del proyecto.

- **Fibras de Pinus:**

Las fibras de pinus fueron obtenidas a partir de madera y su dosificación se ajustó para alcanzar las especificaciones de resistencia de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Esta etapa fue fundamental para evaluar el efecto de las fibras en las CM del concreto.



**Fig. 10.** Fibras de madera (Pinus) para la realización de los diseños de concreto

Nota. De la Fig. 10. se observa las fibras que deben emplearse para el estudio.

- **Ensayos de Agregados:**

Se realizaron una serie de ensayos detallados en los agregados, como análisis granulométrico, determinación del peso unitario, contenido de humedad, peso específico,

absorción, evaluación de finos que pasan por malla N°200 y pruebas de abrasión en los agregados gruesos. Estos ensayos se llevaron a cabo conforme a las normativas establecidas por NTP o ASTM para garantizar la precisión y la uniformidad en la calidad de los datos obtenidos.



**Fig. 11.** Tamizado de las partículas gruesas

Nota. De la Fig. 11 se observa el procedimiento del tamizado.



**Fig. 12.** Peso Unitario de las Partículas Finas

Nota. De la Fig. 12 se refleja el peso del árido fino.



**Fig. 13.** Peso Compactado de la Arena

Nota. De la Fig. 13. se refleja el peso compactado del árido fino.



**Fig. 14.** Absorción de los áridos

Nota. De la Fig. 14 se refleja el procedimiento de absorción del árido fino.



**Fig. 15.** Contenido de Humedad

Nota. De la Fig. 15 se aprecia que las muestras fueron ingresadas a horno para la posterior determinación del contenido de humedad.

- **Proceso para el Diseño de Mezcla:**

Se estableció un procedimiento riguroso y sistemático que partía desde la selección de la resistencia requerida hasta la preparación final de la mezcla de concreto, ajustándola a las propiedades deseadas y siguiendo pautas específicas para lograr resultados consistentes y predecibles.



**Fig. 16.** Ensayo de Asentamiento de la Mezcla

Nota. De la Fig. 16. se refleja el proceso de asentamiento en el diseño de mezcla.



**Fig. 17.** Determinación de la Temperatura de la Mezcla

Nota. De la Fig. 17. se aprecia que el proceso de temperatura de la mezcla realizada.

- **Ensayos en Estado Endurecido:**

Se ejecutaron pruebas de CR, FR, TR y ME en las muestras de concreto endurecido. Estos ensayos se llevaron a cabo en conformidad con las normativas NTP o ASTM y se utilizaron instrumentos como balanzas, máquinas de ensayo y herramientas de medición precisas para obtener resultados confiables y comparables.



**Fig. 18.** Ensayos a compresión de las muestras cilíndricas

Nota. De la Fig. 18. Se muestran las probetas cilíndricas sometidas a ensayos para la determinación de sus CM.



**Fig. 19.** Ensayos a flexión a las muestras prismáticas

Nota. De la Fig. 18. se muestran las probetas prismáticas sometidas a ensayos para la determinación de sus CM.



**Fig. 20.** Ensayo del ME de las muestras

Nota. De la Fig. 20 se aprecia la determinación del ME de las muestras experimentales.

## **2.6. Criterios éticos**

El diseño de la mezcla y la preparación de las muestras de concreto se realizaron siguiendo las Normas Técnicas Peruanas, las directrices de las normativas ASTM y los criterios establecidos por nuestra institución universitaria, en cumplimiento con los artículos 5 y 6 de su Código de Ética [64].

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

- Caracterización física de los áridos

Árido Fino

Tabla IX

Análisis Granulométrico del Árido Fino

Malla	%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado
3/8"	9.520	0.0	100.0
Nº 4	4.750	1.3	98.7
Nº 8	2.360	7.3	91.4
Nº 16	1.180	14.3	77.1
Nº 30	0.600	27.8	49.4
Nº 50	0.300	16.5	32.9
Nº 100	0.150	18.6	14.3

**Módulo de Fineza** **2.36**

Nota. Teniendo en cuenta la NTP 400.012 AGREGADOS. La muestra ensayada es de 504 gr de agregado fino que es procedente de la cantera Pátapo, y se ha encontrado un módulo de fineza de 2.36.

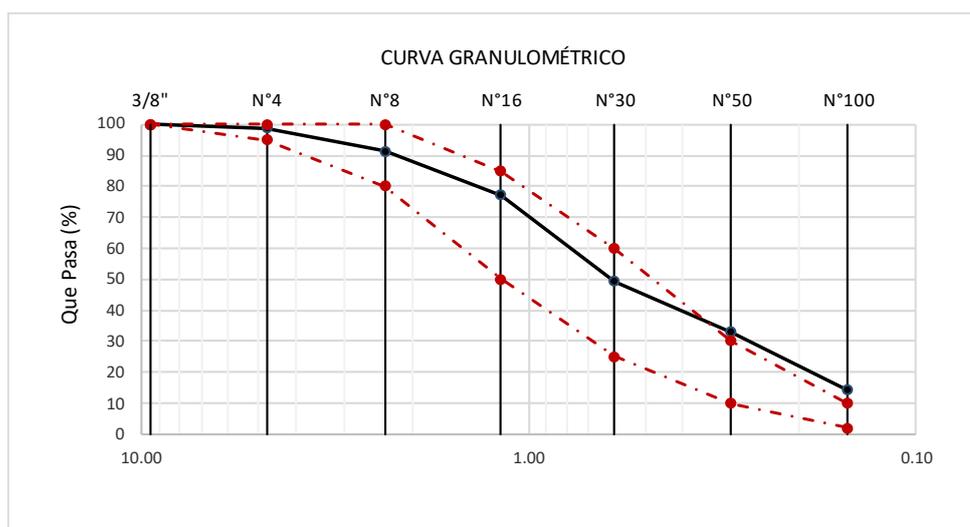


Fig. 21. Curva Granulométrica Árido Fino

Nota. De la Fig. 21 se aprecia la curva alcanzada del árido fino.

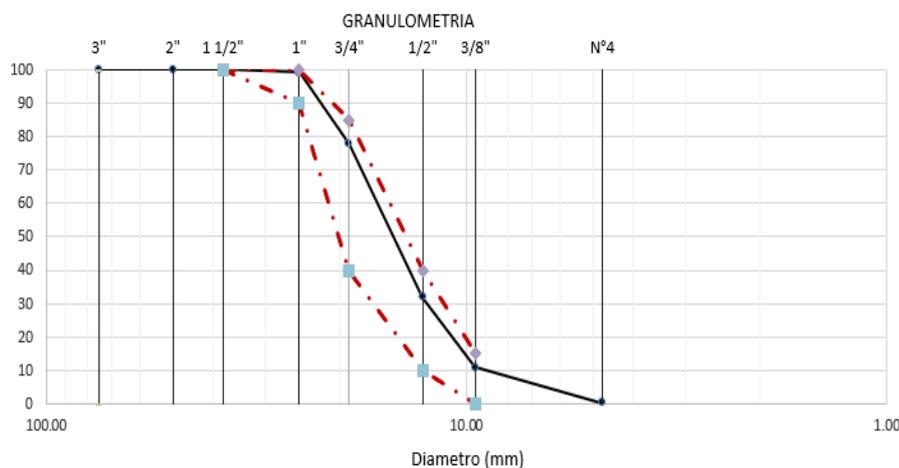
## Árido Grueso

**Tabla X**

Análisis Granulométrico del Árido Grueso

Tamices		Peso	% retenido	% retenido	% que
(pul)	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
3"	75	<b>0.0</b>	0	0	100
2"	50.000	<b>0.0</b>	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	38.000	<b>0.0</b>	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	<b>36.7</b>	0.90	0.9	99.1
3/4"	19.000	<b>842.2</b>	21.40	22.3	77.7
1/2"	12.700	<b>1802.6</b>	45.70	68.0	32.0
3/8"	9.520	<b>833.1</b>	21.10	89.1	10.9
Nº4	4.750	<b>415.2</b>	10.50	99.6	0.4
Nº8	2.360	<b>0.0</b>	0.00	99.6	0.4
Fondo	Fondo	<b>10.6</b>	0.30	99.9	0.1
<b>Módulo de fineza</b>					<b>4.80</b>
<b>Tamaño máximo del agregado</b>					<b>¾ pulg.</b>
<b>Tamaño máximo nominal</b>					<b>½ pulg.</b>

Nota. El ensayo de granulometría del agregado grueso fue realizado teniendo en cuenta la NTP 400.012. La muestra ensayada es de 3950 gr de agregado grueso que es procedente de la cantera Pacherres – “Pacherres”, y se ha encontrado un módulo de fineza de 4.80



**Fig. 22.** Curva Granulométrica Árido Grueso

Nota. De la Fig. 22 se aprecia la curva alcanzada del árido fino.

**Tabla XI**

Propiedades físicas de los áridos pétreos

Descripción	Áridos pétreos	
	Arena (Pátapo)	Confitillo (Pacherrez)
Módulo de Fineza	2.36	4.80
Absorción de agua, %	2.48	0.9
Contenido de agua, %	0.91	0.54
Peso unitario suelto Seco (PUSS), gr/cm <sup>3</sup>	1373	1468
Peso unitario seco compactado (PUCS), gr/m <sup>3</sup>	1541	1569

Nota. De la Tabla XI se observó los ensayos realizados a los áridos ubicados en la zona de Lambayeque con la finalidad de caracterizar el material. La arena obtuvo un módulo de fineza de 2.36, encontrándose en el rango óptimo acorde a la Norma ASTM C33; donde estipula que los valores deben ser  $2.1 \leq MF \leq 3.1$ , con una variación máxima aceptable de 0.2.

**Tabla XII**

Resistencia a la Tracción de la Fibra de Pinus Tratada

N°	Longitud Total (mm)	Longitud Calibrada (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Resistencia a la Tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	163	160	0.09	0.09	118
2	158	155	0.05	0.05	180
3	161	158	0.05	0.05	178
4	169	166	0.08	0.08	78
5	160	157	0.05	0.05	167

Nota. De la Tabla XII se puede observar la resistencia a tracción a la fibra tratada.

- **Determinar el comportamiento del concreto, de diseño patrón 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>**

Se han diseñado las mezclas patrones de  $f'c$  210 y 280  $kg/cm^2$ , la selección de las proporciones del concreto se realizó con el Método del Comité 211 del ACI:

**Tabla XIII**

Resumen del Diseño de Mezcla Patrón según Resistencia

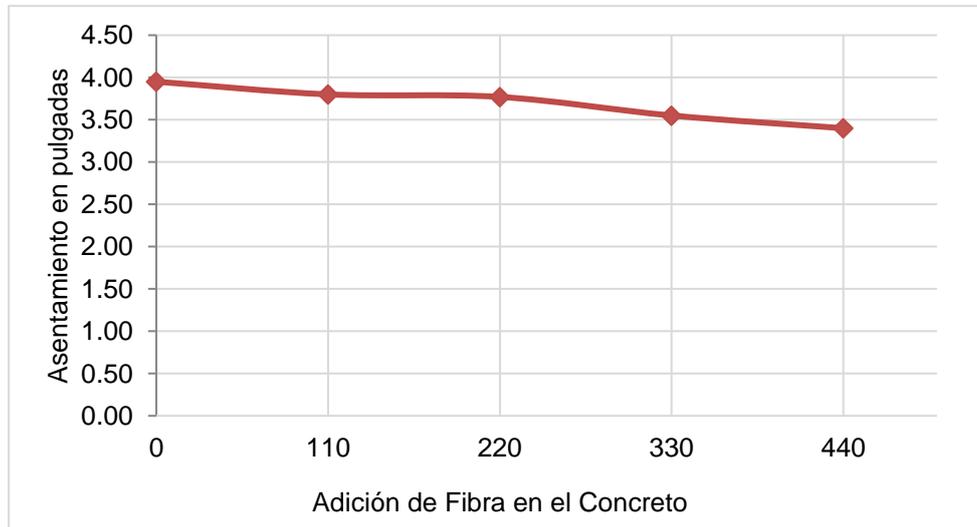
Diseño de Mezcla Patrón	Slump, Pulg.	Cemento	Arena	Piedra 1/2"	Agua, lt	Factor Cemento bols/m <sup>3</sup>
210 $kg/cm^2$						
<b>Peso</b>	3 a 4	1	2.07	2.21	27.8	9.3
Arena 48%						
Piedra 1/2" 52%						
<b>Volumen</b>	3 a 4	1	2.02	2.30	27.8	9.3
R a/c 0.68						
280 $kg/cm^2$						
<b>Peso</b>	3 a 4	1	1.54	1.82	23.5	11.2
Arena 48%						
Piedra 1/2" 52%						
<b>Volumen</b>	3 a 4	1	1.50	1.90	23.5	11.2
R a/c 0.68						

Nota. Resumen de los datos alcanzados con respecto al diseño patrón, y teniendo en cuenta la resistencia base.

## Propiedades Plásticas del Concreto

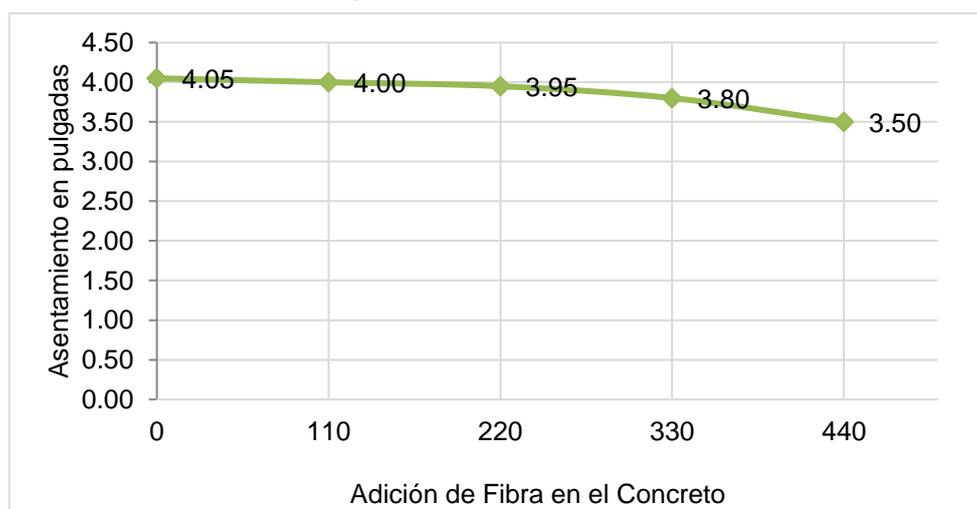
### a) Asentamiento

El ensayo NTP 339.035 de asentamiento del concreto fresco mostró que la trabajabilidad disminuye con más Fibra de Pino y menos agua.



**Fig. 23.** Asentamiento en el diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de fibra

Nota. En el diseño de mezcla de patrón 210 kg/cm<sup>2</sup> ha obtenido un slump 3.95pulg. y ha ido reduciendo a 3.80, 3.77, 3.55, 3.40 pulgadas. (y se ha tenido unas disminuciones de 22%, 31%, 41% y hasta el 53% del slump del diseño de mezcla), al adicionar la fibra de pino en porciones de 110, 220, 330 y 440 (gr/m<sup>3</sup>).



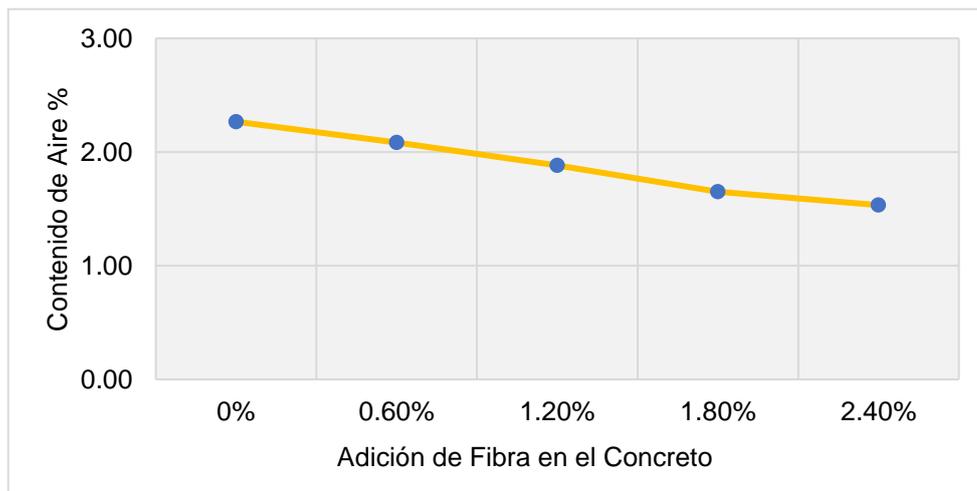
**Fig. 24.** Asentamiento en el diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de fibra

Nota. En el diseño de mezcla de patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> ha obtenido un slump de 4.5 pulg y ha

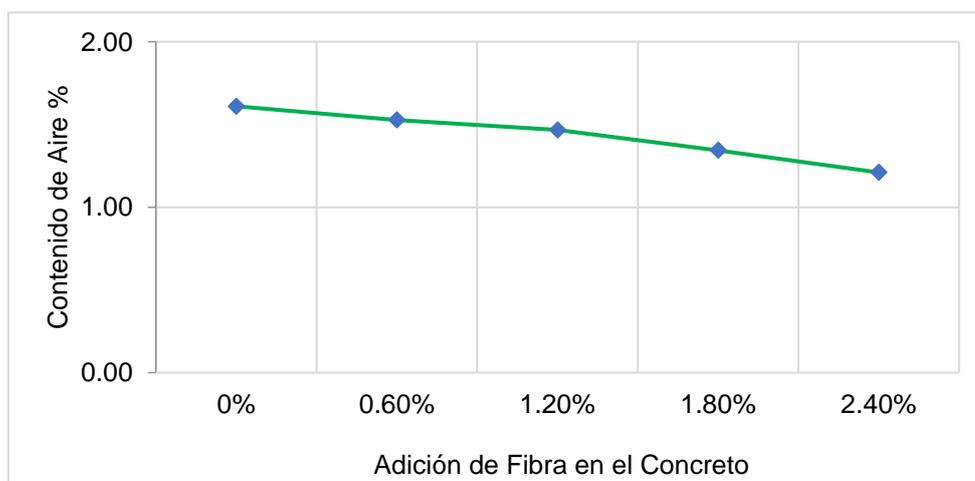
ido reduciendo a 4.00, 3.95, 3.80, 4.50 pulgadas. (y se ha obtenido unas disminuciones de 25%, 31%, 40% y 55% del slump del diseño de mezcla), al adicionar la fibra de pino en porciones de 110, 220, 330 y 440 (gr/m<sup>3</sup>).

### b) Contenido de Aire

El análisis del aire contenido en el concreto se ha ejecutado siguiendo las indicaciones de la NTP 339.080 referente al ensayo del concreto.



**Fig. 25.** Contenido de Aire en el diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de fibra  
Nota. En el diseño de mezcla de patrón 210 kg/cm<sup>2</sup> ha obtenido un contenido de aire 2.27%. Y ha ido reduciendo a 2.08, 1.88, 1.65 y 1.5 de contenido de aire (y se ha tenido unas disminuciones de 10%, 17%, 23% y hasta el 29% de contenido de aire del diseño de mezcla), al adicionar la fibra de pino en porciones de 110, 220, 330 y 440 (gr/m<sup>3</sup>).



**Fig. 26.** Contenido de Aire en el diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de fibra

Nota. En el diseño de mezcla de patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> ha obtenido un contenido de aire 1.61%. Y ha ido reduciendo a 1.53, 1.47, 1.34 y 1.2 de contenido de aire (y se ha tenido unas disminuciones de 8%, 15%, 22% y hasta el 27% de contenido de aire del diseño de mezcla), al adicionar la fibra de pino en porciones de 110, 220, 330 y 440 (gr/m<sup>3</sup>).

### c) Temperatura

Se siguió la normativa NTP 339.184:2013 para el concreto. Además, se incluyeron cantidades de fibra de pino (110, 220, 330 y 440 gr/m<sup>3</sup>) en diseños de mezcla con resistencias de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Las variaciones de temperatura se mantuvieron entre 23 °C y 31 °C sin afectar el resultado.

### d) Peso Unitario

Se aplicó conforme a la normativa NTP 339.046 sobre el concreto. Se consideró la inclusión de fibras de pino en cantidades de 110, 220, 330 y 440 gramos por metro cúbico en el concreto para los diseños con resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se evidenció que la adición del material no provocará impactos negativos, pero sí se observará un aumento en la resistencia a la compresión, especialmente en los casos de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

## Propiedades Mecánicas del Concreto Patrón y con Adición de Fibra de Pinus

### a) Resistencia a la Compresión

**Tabla XIV**

Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y con adición de Fibra, 210 kg/cm<sup>2</sup>

Mezcla	Días de Curado		
	7	14	28
CP	65%	84%	103%
110 gr/m <sup>3</sup>	93%	136%	137%
220 gr/m <sup>3</sup>	93%	148%	153%
330 gr/m <sup>3</sup>	92%	150%	116%
440 gr/m <sup>3</sup>	97%	135%	132%

Nota. De la Tabla XIV se evidencia el comportamiento mecánico del concreto para el diseño de mezcla de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se han observado 9 probetas que han sido ensayadas, al

adicionar la fibra de pino en proporción de 110 y 220 (gr/m<sup>3</sup>) en el concreto estas resistencias tienden aumentar con los días de curado; no obstante, en longitudes mayores su capacidad de resistir esfuerzo tiende a reducirse a los 7 días de curado, no obstante, en intervalos de periodo de 14 estos valores de compresión aumentan notablemente.

**Tabla XV**

Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y con adición de Fibra, 280 kg/cm<sup>2</sup>

Mezcla	Días de Curado		
	7	14	28
CP	61%	98%	102%
110 gr/m <sup>3</sup>	84%	104%	123%
220 gr/m <sup>3</sup>	65%	107%	123%
330 gr/m <sup>3</sup>	70%	127%	99%
440 gr/m <sup>3</sup>	69%	135%	119%

Nota. De la Tabla XV muestran la evolución de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto con adición de fibra de pinus a lo largo de 7, 14 y 28 días de curado. Se observa un aumento general en la resistencia con el tiempo, siendo la mezcla 110 la más destacada con incrementos constantes y significativos alcanzando un 123% de la resistencia de referencia a los 28 días. Por otro lado, la mezcla 330 presenta variaciones, con un pico de resistencia a los 14 días seguido de una disminución a los 28 días.

#### **b) Resistencia a la Flexión**

Esta medida se expresa típicamente en unidades de fuerza por área, y es fundamental para garantizar la integridad estructural en numerosas aplicaciones de construcción y diseño. Esta propiedad es crucial, ya que determina la capacidad de un material, como el concreto o el acero, para soportar cargas y tensiones que causan flexión, como las que se experimentan en vigas, losas u otras estructuras sometidas a cargas no axiales.

**Tabla XVI**

Módulo de ruptura por flexión según resistencia y adición de fibra de pino.

Resistencia a la Compresión f'c	Dosis de Fibra	Carga P, Kg	Sección Viga		Luz entre apoyos L Cm	Módulo Rotura por Flexión Mr kg/cm <sup>2</sup>	Incremento %
			Base	Peralte			
			b Cm	d cm			
210 kg/cm <sup>2</sup> .	0 (gr/m <sup>3</sup> ).	24903	15.1	15.1	45.0	33.10	100.00
	110 (gr/m <sup>3</sup> ).	25600	15.1	15.1	45.0	34.10	103.41
	220 (gr/m <sup>3</sup> ).	27651	15.1	15.1	45.0	43.30	107.74
	330 (gr/m <sup>3</sup> ).	27303	15.1	15.1	45.0	36.30	111.37
	440 (gr/m <sup>3</sup> ).	26632	15.1	15.1	45.0	34.50	114.82
280 kg/cm <sup>2</sup> .	0 (gr/m <sup>3</sup> ).	33750	15.1	15.1	45.0	44.90	100.00
	110 (gr/m <sup>3</sup> ).	29896	15.1	15.1	45.0	39.80	103.98
	220 (gr/m <sup>3</sup> ).	29563	15.1	15.1	45.0	39.30	107.91
	330 (gr/m <sup>3</sup> ).	30611	15.1	15.1	45.0	38.40	111.75
	440 (gr/m <sup>3</sup> ).	29500	15.1	15.1	45.0	40.70	115.82

Nota. De los resultados se ha observado que el módulo de ruptura de flexión del concreto patrón tiene un aproximado de 21% de la CR de los diseños de mezcla de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Al adicionar la Fibra de Pino en el concreto se va a generar un aumento aproximado de 14% de módulo de ruptura a la flexión cuando se utiliza una porción de fibra de pino de 440 (gr/m<sup>3</sup>).

### c) Resistencia a la Tracción

Se refiere a la resistencia del material a romperse cuando se somete a fuerzas que intentan separar o alargar sus extremos. En términos simples, es la capacidad de un material para resistir la aplicación de fuerzas opuestas que intentan estirarlo o separar sus partículas.

Se mide en unidades de fuerza por área, y es crítica para la integridad estructural en una amplia gama de aplicaciones, desde construcción hasta fabricación de productos diversos.

**Tabla XVII**

Módulo de ruptura por tracción según resistencia y adición de fibra de pino

Resistencia a la Compresión $f'c$	Dosis de Fibra	Carga P, Kg	d (diámetro) mm	l (longitud) mm	TR
210 kg/cm <sup>2</sup> .	0 (gr/m <sup>3</sup> ).	61943	101	203	1.90
	110 (gr/m <sup>3</sup> ).	66008	101	203	2.02
	220 (gr/m <sup>3</sup> ).	69288	101	203	2.12
	330 (gr/m <sup>3</sup> ).	66363	101	203	2.04
	440 (gr/m <sup>3</sup> ).	70322	101	203	2.16
280 kg/cm <sup>2</sup> .	0 (gr/m <sup>3</sup> ).	73777	101	203	2.26
	110 (gr/m <sup>3</sup> ).	91932	101	203	2.81
	220 (gr/m <sup>3</sup> ).	95866	101	203	2.94
	330 (gr/m <sup>3</sup> ).	86987	101	203	2.68
	440 (gr/m <sup>3</sup> ).	91003	101	203	2.79

Nota. De la Tabla XVII se observa los valores alcanzados para los diseños 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> tanto en la muestra patrón y con adición de fibras de pino, encontrándose los valores más altos cuando se adiciona el material de desecho. Al adicionarse las fibras de pino, logran superar el valor base; sin embargo, dosis superiores a 330 gr/m<sup>3</sup> la resistencia tiende a reducirse.

#### d) Módulo de Elasticidad

Es la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria a la cual corresponde ASTM C 469 -94. El ME va a tener un mejor resultado en el estado del concreto.

**Tabla XVIII**

Módulo de Elasticidad según resistencia y adición de fibra de pino

Resistencia a la Compresión $f'c$	Dosis de Fibra	Carga P, Kg	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S2)	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
210 kg/cm <sup>2</sup> .	0 (gr/m <sup>3</sup> ).	176.86	71	16	0.000445	139936.46
	110 (gr/m <sup>3</sup> ).	255.93	102.37	19.47	0.000504	189307.37
	220 (gr/m <sup>3</sup> ).	276.36	110.55	20.69	0.000462	226284.47
	330 (gr/m <sup>3</sup> ).	250.04	100.02	19.30	0.000456	207393.71
	440 (gr/m <sup>3</sup> ).	260.55	104.22	20.04	0.000462	205872.33
280 kg/cm <sup>2</sup> .	0 (gr/m <sup>3</sup> ).	242.83	97.13	18.67	0.000482	185228.61
	110 (gr/m <sup>3</sup> ).	289.70	115.88	20.40	0.000524	215284.38
	220 (gr/m <sup>3</sup> ).	275.57	110.23	19.82	0.000505	200267.95
	330 (gr/m <sup>3</sup> ).	276.85	110.74	19.68	0.000516	201092.65
	440 (gr/m <sup>3</sup> ).	303.11	121.24	20.41	0.000490	244707.77

Nota. De la Tabla XVIII se puede apreciar el ME del concreto patrón y con adición de la fibra, encontrándose que la adición de la fibra ocasiona que el ME del concreto incremente en ambos diseños; no obstante, en diseños con dosis superiores a 330 gr/m<sup>3</sup> el ME tiende a reducirse en el diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que el diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> el ME se reduce en dosificaciones de 440 gr/m<sup>3</sup>

### 3.2. Discusión

En relación al propósito de llevar a cabo un análisis de canteras para caracterizar las propiedades físicas de los agregados destinados al concreto, se identificó que los agregados óptimos mostraron un módulo de fineza de 2.36 para el material fino, lo que sugiere la capacidad de producir concretos con buena manejabilidad y menor riesgo de separación de componentes. En cuanto al agregado grueso, se determinó un tamaño máximo nominal de ½ pulgada. En concordancia con las directrices de la Dirección de Normalización [50], los

agregados se destacan como elementos cruciales en la producción de concreto; no obstante, es esencial considerar los estándares establecidos por la N.T.P para asegurar un diseño de mezcla efectivo y de calidad.

Luego, con referencia a las propiedades plásticas del concreto al incorporar fibra de pino revelan patrones intrigantes. La disminución del asentamiento del concreto al agregar esta fibra sugiere su capacidad para reforzar la mezcla, aunque se observa un umbral a partir del cual el asentamiento aumenta con cantidades más altas de fibra. Asimismo, al incorporar la fibra de pino en el concreto va a ir disminuyendo, al agregar más porciones de fibra el asentamiento será mayor, para la porción de 440 (gr/m<sup>3</sup>). El asentamiento se ha reducido en más de un 50% para los dos diseños de mezcla de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Paralelamente, la reducción del contenido de aire al añadir fibra plantea cuestiones sobre la durabilidad del concreto y sus características de resistencia. El Contenido de Aire se ha reducido en más de un 28% para los dos diseños de mezcla de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Curiosamente, la temperatura varió dentro de un rango considerado normal, mientras que el peso unitario no mostró cambios notables. La adición de fibra de pino en proporciones de 110, 220, 330 y 440 (gr/m<sup>3</sup>) en el concreto para los diseños de mezcla de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, se han obtenido temperaturas que oscilan desde los 23 °C hasta los 31 °C. Entre tanto, en las CM se observó, que al agregar proporciones de 110 (gr/m<sup>3</sup>) la CR es mejor, si agregamos proporciones de 440 (gr/m<sup>3</sup>) la CR va a disminuir. Por lo tanto, se ha demostrado estadísticamente que el aporte de la fibra no es significativo. Luego, en el ensayo de FR para los testigos elaborados se ha observado que la resistencia es un 21% de la CR. Al adicionar la fibra de pino va a generar un aumento de 14% del módulo de ruptura al utilizarse una dosis de 440 (gr/m<sup>3</sup>) en el concreto, por lo tanto, se ha demostrado estadísticamente que el aporte de fibra si es significativo. Posteriormente, en el ensayo de TR se constató que la resistencia aumenta al agregar una proporción de 440 (gr/m<sup>3</sup>) en el concreto, por lo tanto, se ha demostrado estadísticamente que el aporte de fibra si es significativo. Finalmente, en el ME, se va a tener un mejor resultado en el estado del concreto. por lo tanto, se ha demostrado estadísticamente que el aporte de fibra si es significativo.

En concordancia a los resultados encontrados, Prakash et al. [23], observó la CR, TR, ME y FR han ido mejorando al aumentar el contenido de fibra, sin embargo, al adicionar porcentajes superiores ha resultado que tiene una disminución de la CR y ME del concreto. Añadiendo a lo expuesto, Ivanova and Assih [24], consideran que sería interesante continuar con la investigación en el refuerzo de concreto mediante fibra naturales, dado que en su estudio observaron un aumento de carga última del 5% al 35% en flexión resistencia en comparación con la viga de concreto control.

Finalmente, en base a la dosis optima de fibra se constató que la mejor fue de 220 y 110 gr/m<sup>3</sup> para los diseños 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, dado que se pudo apreciar a través de los ensayos realizados que cuando se incorporaron esas cantidades la CR, FR, TR y ME incrementó, inclusive superando a la muestra estándar. Al mismo tiempo, Hussain et al. [27], afirman que el uso de porcentajes apropiados de fibras es más eficaz en términos de CR, FR y TR del concreto. Esto se debe a que el concreto adquiere sus propiedades de máxima resistencia en un tiempo más corto. Su estudio demostró que el uso de fibras en porcentajes óptimos logró un aumento de hasta un 31.8% en sus CM.

### **3.3. Aporte de la investigación**

Los resultados destacan la influencia de las fibras en propiedades del concreto de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando mejoras en la consistencia y la dosificación óptima de fibras: 220 gr/m<sup>3</sup> para 210 kg/cm<sup>2</sup> y 110 gr/m<sup>3</sup> para 280 kg/cm<sup>2</sup>, lo que beneficia su manejo y calidad. Este hallazgo es valioso para ingenieros y constructores.

Este estudio se considera como un aporte científico que servirá como punto de partida para investigaciones futuras en Lambayeque, invitando a investigadores venideros a explorar otros aspectos que contribuyan a perfeccionar el proceso constructivo del concreto.

La dosificación óptima de las fibras puede variar dependiendo de la procedencia de los insumos estudiados, lo que sugiere la necesidad de ajustar la composición del concreto para incluir estas fibras naturales como un material adicional.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Se han desarrollado dos diseños estándar de mezclas con resistencias de  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y 280  $kg/cm^2$ , estableciéndolos como puntos de referencia para comparar con las mezclas que incluyen fibras de pino. Estos diseños estándar se enriquecieron con cantidades variables de fibra de pino: 110, 220, 330 y 440 gramos por metro cúbico de concreto.

Se han evaluado los efectos de la adición de fibra de pino en las propiedades plásticas del concreto, como el asentamiento, el contenido de aire, la temperatura y el peso unitario. Se concluyó que el asentamiento y el contenido de aire disminuyeron, mientras que la temperatura y el peso unitario no mostraron variaciones significativas.

El contenido óptimo de fibra de pino se determinó en 330 gramos por metro cúbico de concreto, lo que redujo el asentamiento hasta un 50% y el contenido de aire hasta un 28%, sin afectar la temperatura ni el peso unitario del concreto.

Asimismo, se analizaron los efectos de la adición de fibra de pino en las CM del concreto, como la CR, FR, TR y ME. Se observó un incremento en estas propiedades al agregar fibra de pino. La CR disminuyó al aumentar la cantidad de fibra, pero se evidenció un aumento en la FR, TR y ME. Estadísticamente, se demostró que este aporte a la resistencia flexional, a la tracción y al ME es significativo.

### 4.2. Recomendaciones

La fibra de pinus complementa, no reemplaza al acero, útil para áreas extensas como losas y pavimentos. Una dosis de 330  $gr/m^3$  en Lambayeque reduce agrietamientos hasta un 80%, aunque afecta la trabajabilidad sin perjudicar las CM.

Existen otros tipos de ensayos para el concreto endurecido, las cuales son la abrasión, pruebas de impacto, tenacidad, fatiga, entre otros, los cuales se van a determinar si las fibras de pino van a dar un resultado óptimo a las mezclas de concreto, estas pruebas han quedado fuera del alcance de esta investigación, estas pruebas son de suma importancia para ver su

aplicación en estructuras de concreto.

La adición de fibra de pino va a reducir el contenido de aire, también lo hace con la permeabilidad, la relación de fibra y el grado de reducción de permeabilidad debe ser más investigado para obtener mejores resultados para obras de gran envergadura.

## REFERENCIAS

- [1] Y. Wang and W. Long , "Complete stress-strain curves for pine fibers reinforced concrete under compression," *Materiales de construcción y edificación*, vol. 302, 2021.
- [2] S. Nayak and J. R. Mohanty , "Study of Mechanical, Thermal, and Rheological Properties of Areca Fiber-Reinforced Polyvinyl Alcohol Composite," *Revista de fibras naturales*, vol. 16, no. 5, pp. 688 - 701, 2019.
- [3] A. D. Ortega Sánchez and H. Gil, "Study of the mechanical behavior of mortars modified with sawdust fibers under compression stress," *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 37, pp. 20 - 35, 2019.
- [4] S. Southamirajan , K. Anbarasi , S. Elango , Dhivyaprakash and B. Bharat , "An evaluation of lightweight flex enhancement. concrete through hybrid fibers together with sisal fibers in addition to banana fibers," *Procedimientos de investigación de materiales*, vol. 19, pp. 77 - 85, 2021.
- [5] V. Janani , P. T. Ravichandran and S. Swaminathan , "Study of the resistance characteristics of high-resistance fiberglass reinforced concrete," *Revista de investigación avanzada en sistemas dinámicos y de control*, vol. 10, pp. 32 - 37, 2018.
- [6] S. Jayaprakash, G. Ravindran and K. Mehmet Serkan, "Comparative study for efficacy of chemically treated jute fiber and bamboo fiber on the properties of reinforced concrete beams.," *Natural Fibers Magazine*, pp. 1 - 11, 2022.
- [7] B. M. R. G. Ajit, N. C, M. Haridharan, G. Murali and K. Parthiban, "Influence of treated natural jute fiber on the bending properties of reinforced concrete beams," *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, vol. 7, pp. 148 - 152, 2019.

- [8] Y. A. Salih, A. M. Abbas and A. I. Abdulla , "The properties of short circular reinforced-concrete columns strengthened by treated natural jute and non-treated jute fibres," *Cartas de Ciencias de la Información*, vol. 10, no. 3, pp. 537 - 551, 2021.
- [9] M. Asim, G. M. Uddin, H. Jamshaid, A. Raza, Z. Rehman, U. Hussain, A. N. Satti, N. Hayat and S. M. Arafat, "Comparative experimental investigation of lightweight concrete reinforced with natural fibers as a thermally efficient construction material," *Revista de Ingeniería de la Construcción*, vol. 31, no. 101411, 2020.
- [10] E. O. Momoh and A. Osofero, "Behaviour of oil palm broom fibres (OPBF) reinforced concrete," *Materiales de construcción y edificación*, vol. 221, pp. 745 -761, 2019.
- [11] Pulisaí and Rameshkumar GB, "Influence of additives on the mechanical properties of fiber reinforced concrete," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 8, no. 6, pp. 257 - 259, 2019.
- [12] J. Eidan , I. Rasoolan , A. Rezaeian and D. Poorveis , "Residual mechanical properties of polypropylene fiber-reinforced concrete after heating," *Materiales de construcción y edificación*, vol. 198, pp. 195 - 206, 2019.
- [13] M. Khan and M. Ali , "Effect of super plasticizer on the properties of medium strength concrete prepared with coconut fiber," *Materiales de construcción y edificación*, vol. 182, pp. 703 - 715, 2018.
- [14] G. Silva , S. Kim , R. Aguilar and J. Nakamatsu, "Natural fibers as reinforcement additives for geopolymers – A review of potential eco-friendly applications to the construction industry," *Materiales y tecnologías sostenibles*, vol. 23, 2020.
- [15] C. Botonero and C. Rojas, "Sistemas compuestos de polímeros

reforzados con fibra para mejorar el desempeño mecánico de elementos estructurales de concreto," Lima, 2020.

- [16] L. Vasquez, "Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con fibra de pino; Cajamarca 2019," Cajamarca, 2021.
- [17] C. H. Armas Aguilar, «Efectos de la Adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto Hidráulico,» 2016.
- [18] R. Xu, T. He, Y. Da and Y. Liu, "Utilizing wood fiber produced with wood waste to reinforce autoclaved aerated concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 208, pp. 242-249, 2019.
- [19] R. Nassar, P. Soroushian, A. Balachandra and S. Nassar, "Effect of fiber type and content on the performance of extruded wood fiber cement products," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 16, p. e00968, 2022.
- [20] M. Li, M. Khelifa and M. El Ganaoui, "Mechanical characterization of concrete containing wood shavings as aggregates," *International Journal of Sustainable Built Environment*, vol. 6, no. 1, pp. 587-596, 2018.
- [21] H. Lin, H. Liu, Y. Li and X. Kong, "Effects of wood fiber on the properties of silicoaluminophosphate geopolymer," *Journal of Building Engineering*, vol. 64, p. 105652, 2023.
- [22] H. Choi and Y. Cheol, "Setting characteristics of natural cellulose fiber reinforced cement composite," *Construction and Building Materials*, vol. 271, p. 121910, 2021.
- [23] R. Prakash, S. Raman, N. Divyah, C. Subramanian, C. Vijayaprabha and S. Praveenkumar, "Fresh and mechanical characteristics of roselle fibre reinforced self-compacting concrete incorporating fly ash and metakaolin," *Construction and Building Materials*, vol. 290, p. 1, 2021.
- [24] I. Ivanova and J. Assih, "Natural fibre composites an alternative for

- structural strengthening," *International Multidisciplinary Scientific GeoConference*, vol. 20, pp. 395-402, 2020.
- [25] C. Krishnamurthy, V. Chandran, and S. Dhanasekar, "Research on the mechanical characteristics of Luffa's natural fiber reinforced polymer composites," *Revista internacional de estructuras y sistemas de vehículos (IJVSS)*, vol. 12, pp. 185 - 187, 2020.
- [26] L. A. Sanchez Echeverri , J. A. Medina Perilla, G. Camilo Quintana and G. Eshamaiel , "Effects of sulphidity on flexural strength of fiber-cement boards reinforced with guadua angustifolia kunth fibers with alkaline pretreatments," *Resvista chilena de ingenieria*, vol. 29, no. 2, pp. 334 - 345, 2020.
- [27] M. Hussain, D. Levacher, N. Leblanc, H. Zmamou, I. Djeran-Maigre, A. Razakamanantsoa and L. Saouti, "Properties of mexican tropical palm oil Flower and fruit fiberts for their prospective use in eco-friendly construction material," *Fibers*, vol. 9, pp. 1 - 16, 2021.
- [28] S. Helaili, M. Chafra and Y. Chevalier, "Alfa Natural Fiber Composite Reinforcement for Concrete Beams," *Ingenieria Civil y Arquitectura*, vol. 9, no. 6, pp. 1677 - 1686, 2021.
- [29] K. Chaiyasarn, N. Ali, P. Phuphasuwan, N. Poovarodom, P. Joykland, H. Mohamad, M. Zhou and Q. Hussain, "Flexural Behavior of Natural Hybrid FRP-Strengthened RC Beams and Strain Measurements Using BOTDA," *Polimeros*, vol. 13, no. 20, p. 3604, 2021.
- [30] H. Chilón, "Determinación de un concreto alivianado reemplazando el 20%, 40% y 60% del agregado grueso por fibras de madera," Trujillo, 2023.
- [31] L. Bellido, "Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de madera," Lima, 2019.
- [32] J. Castillo, E. Flores, A. Valadez and P. Herrera, "Mechanical Properties

- of Natural Fiber Reinforced Foamed Concrete," *Materials*, vol. 13, no. 14, p. 3060, 2020.
- [33] L. G. Vela Requejo y R. E. Yovera León, «Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco,» lambayeque, 2016.
- [34] M. Barrios Fontalvo, C. Tejada Tovar, Á. Villabona Ortíz, F. Castillo Mercado and B. Ramirez Arenilla , "Use of Cedrela odorata Linnaeus Exudate for Inhibiting Corrosion by Chlorides in Reinforced Concrete," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 30, pp. 9 - 20, 2020.
- [35] L. O. Gonzáles Salcedo, A. P. Guerrero Zúñiga, S. Delvasto Arjona and A. L. Ernesto Will, "Artificial Neural Model based on radial basis function networks used for prediction of compressive strength of fiber-reinforced concrete mixes," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, pp. 37 -52, 2019.
- [36] H. H. Gil Sánchez, A. A. Zuleta Gil and D. E. Reyes Campo, "Mechanical properties and sustainability aspects of coconut fiber modified concrete," *Scientia et Technica*, vol. 26, 2021.
- [37] K. V. Hernández Fabara, C. A. Arias Flórez, H. J. Reyes Callejas and P. C. Daza Cajas, "Use of carbonated by-products in the cement and concrete industry: A review to evaluate their application in the department of Huila," *Informador Técnico*, pp. 151-159, 2017.
- [38] V. Fernández González , Á. Barrios Padura and M. Molina Huelva, "APPLICATION OF NON-DESTRUCTIVE PULL-OFF AND ULTRASOUND TECHNIQUES IN THE QUALITY CONTROL OF REINFORCEMENT WITH COMPOSITE MATERIALS IN CONCRETE STRUCTURES," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, pp. 1 -17, 2018.
- [39] S. Shirokaya and Birobidzhan, "Investigation of reinforced hollow in

- stressed state concrete slabs in cracked state," *Ciencia e ingeniería de materiales*, vol. 687, no. 3, 2019.
- [40] F. Kanavaris, A. Jędrzejewska, I. P. Sfikas, D. Schlicke, S. Kuperman, V. Šmilauer, T. Honorio, E. M. Fairbairn, G. Valentín, É. Funchal de Faria and M. Azena, "Enhanced massivity index based on evidence from case studies: Towards a robust pre-design assessment of early-age thermal cracking risk and practical recommendations," *Construcción y Materiales de Construcción*, vol. 271, 2021.
- [41] H. Kim, "Effects of combined salt-damage resistant agent on the shrinkage, chloride penetration and chemical erosion of mortar," *Revista internacional de tecnología innovadora e ingeniería de exploración*, vol. 9, no. 1, pp. 3813-3818, 2019.
- [42] G. Di Luzio, L. Ferrara and V. Krelani, "Numerical modeling of mechanical regain due to self-healing in cement based composites," *Compuestos de cemento y hormigón*, pp. 190-205, 2018.
- [43] J. Zhang, Y. Ma, H. Zhao, J. Liu, Z. Hu, H. Li, K. C. Wang and L. Wu, *Revista de Investigación del Hormigón*, vol. 74, no. 11, pp. 572-581, 2022.
- [44] K. Furtak, "Assessment of Shear Stresses from Shrinkage and Thermal Deformation in Wood-Concrete Bridge Beams," *Archivos de Ingeniería Civil*, vol. 65, no. 4, pp. 37-50, 2019.
- [45] M. R. Sosa-Baz, T. Pérez-López, F. E. Corvo-Pérez, A. Torres-Acosta and O. T. de Rincón, "Study of the deterioration of reinforced concrete specimens exposed 300 m from the coast of Campeche, Mexico," *Revista CENIC Ciencias Químicas*, vol. 46, pp. 81-89, 2015.
- [46] I.-S. Yoon and C. H. Chang, "Time evolution of CO<sub>2</sub> diffusivity of carbonated concrete," *Ciencias Aplicadas (Suiza)*, pp. 1-13, 2020.

- [47] N. Salamoni and A. B. Rohden, "Durability analysis of concrete foundations exposed to external sulfate attacks in the south of Santa Catarina, Brazil," *Revista de Patología y Rehabilitación de la Construcción*, 2022.
- [48] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, "Norma E.060 Concreto Armado," Lima, 2019.
- [49] Ministerio de la Producción, "Reglamento Técnico Sobre Cemento Hidráulico Utilizado En Edificaciones Y Construcciones De Concreto En General," Lima, 2020.
- [50] Dirección de Normalización, «Norma Técnica Peruana,» Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectua, 2018.
- [51] Y. Li, J. Mu, Z. Wang, Y. Liu and H. Du, "Numerical simulation on slump test of fresh concrete based on lattice Boltzmann method," *Cement and Concrete Composites*, vol. 122, p. 104136, 2021.
- [52] J. Neciosup, "Resistencia mecánica de un concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de roca de granito," Chimbote, 2019.
- [53] C. Abanto and E. Tantalean, "Efecto de la incorporación de caucho reciclado en el comportamiento del concreto para un pavimento rígido," Trujillo, 2020.
- [54] J. L. Zamora Cubas y E. L. Suxe Pérez , «EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRA DE ESTOPA DE COCO,» Chiclayo, 2017.
- [55] C. M. J. Llontop Esquerre y M. D. C. Ruiz Chávez , «MEZCLA CON FIBRA DE ZANAHORIA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN,» Lima, 2019.

- [56] L. E. Terreros Rojas y I. L. Carbajal Corredor, «ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL ADICIONANDO FIBRA DE CÁÑAMO,» Bogota, 2016.
- [57] N. Azammi, R. Ilyas, S. Sapuan, R. Ibrahim, M. Atikah and M. Asrofi, "Characterization studies of biopolymeric matrix and cellulose fibres based composites related to functionalized fibre-matrix interface," *Interfaces in Particle and Fibre Reinforced Composites*, pp. 29-93, 2020.
- [58] R. Dhir, R. Silva and J. de Brito, "Use of Recycled Aggregates in Road Pavement Applications," *Sustainable Construction Materials*, pp. 451-494, 2019.
- [59] S. Fahad, S. Mohammed, S. Kamil and M. Jabar, "New approach of concrete tensile strength test," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 12, p. e00347, 2020.
- [60] T. Sakthivel, R. Gettu y R. Pillai, «Compressive Strength and Elastic Modulus of Concretes with Fly Ash and Slag,» *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, vol. 100, p. 575–584, 2019.
- [61] M. Ahmadi and M. Kioumarsi, "Predicting the elastic modulus of normal and high strength concretes using hybrid ANN-PSO," *Materials Today: Proceedings*, 2023.
- [62] M. A. Z. Mastali, A. S. A. Dalvand and M. Illikainen, "Comparative effects of using recycled CFRP and GFRP fibers on fresh- and hardened-state properties of self-compacting concretes: a review," *New Materials in Civil Engineering*, pp. 643-655, 2020.
- [63] S. Carter y J. Wheeler, «Background of social validity,» *The Social Validity Manual*, pp. 1-19, 2019.
- [64] V. Profillidis and G. Botzoris, "Methods of Modeling Transport Demand," *Modeling of Transport Demand* , pp. 89-123, 2019.

- [65] K. Nguyen, C. Resweber and S. Karhadkar, "Study population: Who and why them?," *Translational Surgery*, pp. 121-125, 2023.
- [66] J. Chen, W. Li, R. Shibasaki and H. Zhang, "Improvement of an online ride-hailing system based on empirical GPS data," *Handbook of Mobility Data Mining*, pp. 23-61, 2023.
- [67] Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 058-2023/PD-USS," Chiclayo, 2023.

## **ANEXOS**

<b>Anexo I.</b> Matriz de Consistencia.....	75
<b>Anexo II.</b> Informe de Laboratorio.....	76
<b>Anexo III.</b> Certificados de Calibración .....	92
<b>Anexo IV.</b> Validez y Confiabilidad Del Instrumento Sobre Caracterización Mecánica del Concreto Usando Fibras de Pinus .....	120
<b>Anexo V.</b> Informe Estadístico.....	129
<b>Anexo VI.</b> Evidencias Fotográficas .....	131

## Anexo I. Matriz de Consistencia

Título de la Investigación: Caracterización Mecánica del Concreto Usando Fibra de Pinus								
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Tipo de variable	Escala
<p style="text-align: center;">¿Cuál es el impacto de la incorporación de fibras de pinus en las CM del concreto de diseño 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>?</p>	<b>Objetivos General</b>	<b>General</b>			Granulometría			
	Determinar el impacto sobre la adición de las fibras de pino en las CM del concreto en el departamento de Lambayeque	Si llega a ser significativo el aporte que brinda la adición de la Fibra de Pino en las CM del concreto.	Caracterización de las Propiedades Mecánicas del Concreto	Propiedades físicas	Peso específico Contenido de humedad Asentamiento Temperatura	Formatos y ensayos de materiales en laboratorio.	Dependiente	Razón
				Propiedades mecánicas	CR FR TR ME	Formatos y ensayos de materiales en laboratorio.		Razón
	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Nulo</b>			Patrón			
	1. Caracterización física de los agregados.	No llega a ser significativo el aporte que brinda la adición de la Fibra de Pino en las CM del concreto			110			
	2. Determinar las CM del concreto tradicional f'c, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> , y con dosificación de fibras de pinus con las relaciones en peso de 110, 220, 330 y 440 gr por m <sup>3</sup> .	aporte que brinda la adición de la Fibra de Pino en las CM del concreto	Fibra pinus	Dosificaciones	220 330 440	Observación y ficha de recolección de datos	Independiente	Razón
	3. Determinar la dosificación optima de fibras de pinus para mejorar las CM del concreto							

## Anexo II. Informe de Laboratorio



RNP Servicios S0608589

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

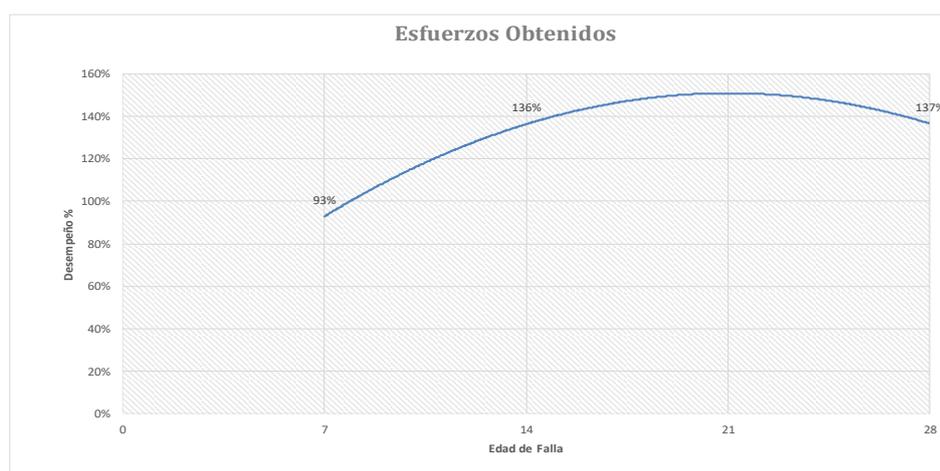
Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
Proyecto / Obra : TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 29/04/2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 210kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra	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> )	Promedios de Resistencia (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)
Nº											
01	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% F. PINO	210	29/04/2022	7/05/2022	7	36222	15.23	182	199	195	93%
02	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% F. PINO					34101	15.25	183	187		
03	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% F. PINO					36604	15.27	183	200		
04	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% F. PINO			14/05/2022	14	52380	15.23	182	288	286	136%
05	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% F. PINO					51911	15.20	181	286		
06	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% F. PINO					52079	15.25	183	285		
07	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% F. PINO			28/05/2022	28	53579	15.29	184	292	287	137%
08	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% F. PINO					52302	15.23	182	287		
09	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% F. PINO					51550	15.26	183	282		

### 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

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY

Proyecto / Obra : TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 29/04/2022

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

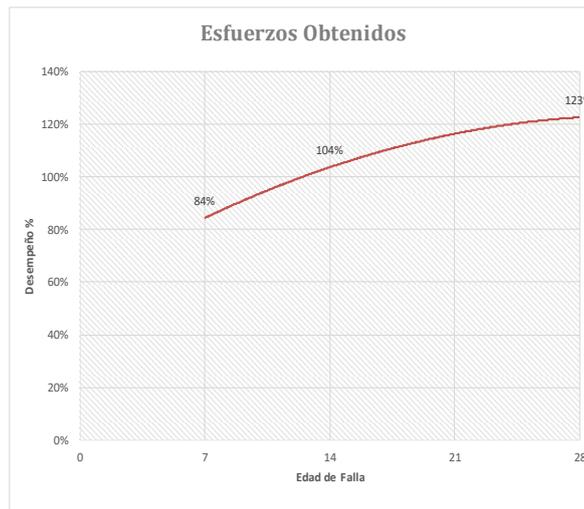
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra	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/Cm2)	Promedios de Resistencia (Kg/Cm2)	f'c (%)		
01	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% F. PINO	280	29/04/2022	7/05/2022	7	45377	15.25	183	248	236	84%		
02	Testigo 2 - CP 280 + 0.6% F. PINO					41847	15.23	182	230				
03	Testigo 3 - CP 280 + 0.6% F. PINO					42353	15.28	183	231				
04	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% F. PINO			14/05/2022	14	28/05/2022	28	53010	15.22	182	292	290	104%
05	Testigo 2 - CP 280 + 0.6% F. PINO							53449	15.23	182	294		
06	Testigo 3 - CP 280 + 0.6% F. PINO							52069	15.24	182	285		
07	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% F. PINO			28/05/2022	28	28	28	62249	15.30	184	339	343	123%
08	Testigo 2 - CP 280 + 0.6% F. PINO							62504	15.28	183	341		
09	Testigo 3 - CP 280 + 0.6% F. PINO							63295	15.17	181	350		

**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

Solicitante : VALERA TELLO PAUL JEFFREY  
 Proyecto / Obra : TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 29/04/2022  
 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

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>promedio</sub> (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% PINO	29/04/2022	6/05/2022	7	28440	450	150	150	0	3.78	3.77
02	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% PINO				28850	450	150	150	0	3.84	
03	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% PINO				27640	450	150	150	0	3.68	
04	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% PINO		13/05/2022	14	19910	450	150	150	0	2.65	2.89
05	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% PINO				21660	450	150	150	0	2.88	
06	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% PINO				23540	450	150	150	0	3.13	
07	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% PINO		27/05/2022	28	27280	450	150	150	0	3.63	3.57
08	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% PINO				26910	450	150	150	0	3.58	
09	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% PINO				26170	450	150	150	0	3.48	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : VALERA TELLO PAUL JEFFREY

Proyecto / Obra : TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINO"

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

Fecha de vaciado : 29/04/2022

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

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>promedio</sub> (Mpa)
01	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% PINO	29/04/2022	6/05/2022	7	26720	450	150	150	0	3.56	3.66
02	Testigo 2 - CP 280 + 0.6% PINO				25690	450	150	150	0	3.42	
03	Testigo 3 - CP 280 + 0.6% PINO				30120	450	150	150	0	4.01	
04	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% PINO		13/05/2022	14	23990	450	150	150	0	3.19	3.69
05	Testigo 2 - CP 280 + 0.6% PINO				29860	450	150	150	0	3.98	
06	Testigo 3 - CP 280 + 0.6% PINO				29340	450	150	150	0	3.90	
07	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% PINO		27/05/2022	28	32410	450	150	150	0	4.32	4.58
08	Testigo 2 - CP 280 + 0.6% PINO				34780	450	150	150	0	4.61	
09	Testigo 3 - CP 280 + 0.6% PINO				36150	450	150	150	0	4.81	

**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

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
 Proyecto / Obra : Tesis "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 29/04/2022  
 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 (revusada 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 - CP 210 + 0.6% F. PINO	210	29/04/2022	7/05/2022	7	69890	102	202	2.2	2.04	
02	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% F. PINO					59970	102	205	1.8		
03	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% F. PINO					68490	101	204	2.1		
04	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% F. PINO			14/05/2022	14	14	62910	102	205	1.9	1.96
05	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% F. PINO						63680	102	205	1.9	
06	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% F. PINO						66070	102	204	2.0	
07	Testigo 1 - CP 210 + 0.6% F. PINO			28/05/2022	28	28	69710	101	206	2.1	2.06
08	Testigo 2 - CP 210 + 0.6% F. PINO						65540	102	206	2.0	
09	Testigo 3 - CP 210 + 0.6% F. PINO						67810	102	205	2.1	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



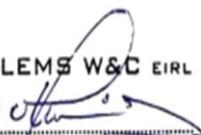
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
 Proyecto / Obra : Tesis "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE PINO".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 29/04/2022  
 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 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	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 - CP 280 + 1.2% F. PINO	280	29/04/2022	7/05/2022	7	96540	102	205	3.0	2.91	
02	Testigo 2 - CP 280 + 1.2% F. PINO					88590	101	204	2.7		
03	Testigo 3 - CP 280 + 1.2% F. PINO					99610	101	205	3.0		
04	Testigo 1 - CP 280 + 1.2% F. PINO			14	14/05/2022	14	98110	101	205	3.0	3.02
05	Testigo 2 - CP 280 + 1.2% F. PINO						97860	101	204	3.0	
06	Testigo 3 - CP 280 + 1.2% F. PINO						99180	102	204	3.0	
07	Testigo 1 - CP 280 + 1.2% F. PINO			28	28/05/2022	28	91820	101	205	2.8	2.88
08	Testigo 2 - CP 280 + 1.2% F. PINO						90770	102	205	2.8	
09	Testigo 3 - CP 280 + 1.2% F. PINO						100310	101	206	3.1	

**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

Solicitante : VALERA TELLO PAUL JEFFREY

Proyecto / Ot:

TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"

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

Fecha de vac: 29/04/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del módulo de elasticidad del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

IDENTIFICACIÓN		Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	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 $\epsilon_s (S_2)$	$E_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $E_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
M1	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/6/2022	7	198.89	80	20.77560	0.000403	166487	168962.03
M2	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/6/2022		187.24	75	17.82359	0.000529	166487	
M3	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/6/2022		200.99	80	16.34538	0.000418	173912	
M1	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/13/2022	14	317.47	127	21.05392	0.000499	235816	227742.12
M2	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/13/2022		300.19	120	21.26169	0.000447	249065	
M3	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/13/2022		315.89	126	21.52280	0.000579	198345	
M1	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/27/2022	28	324.33	130	22.98591	0.000422	286689.98	282149.26
M2	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/27/2022		319.45	128	23.01612	0.000447	264066.05	
M3	Testigo 1 - CP 210 + 1.2% FIBRA PINO	4/29/2022	5/27/2022		322.82	129	21.40137	0.000414	295691.76	

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

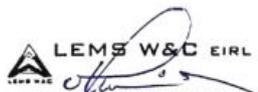
Solicitante : VALERA TELLO PAUL JEFFREY  
Proyecto / Ot: TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vac: 29/04/2022  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del módulo de elasticidad del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

IDENTIFICACIÓN		Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	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 $\epsilon_2 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
M1	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/6/2022	7	248.50	99	19.08164	0.000551	160189	153866.08
M2	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/6/2022		229.18	92	17.42728	0.000668	160189	
M3	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/6/2022		231.94	93	20.76386	0.000560	141220	
M1	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/13/2022	14	342.47	137	20.56952	0.000398	334623	268407.79
M2	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/13/2022		343.87	138	21.23089	0.000472	275872	
M3	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/13/2022		348.23	139	21.47355	0.000655	194728	
M1	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/27/2022	28	288.60	115	21.03391	0.000486	216615.74	223579.28
M2	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/27/2022		290.99	116	21.60401	0.000477	221879.60	
M3	Testigo 1 - CP 280 + 0.6% FIBRA PINO	4/29/2022	5/27/2022		283.48	113	20.37433	0.000451	232242.51	

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

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
 Proyecto / Obra : TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 29/04/2022  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)			
				Temperatura Ambiente (C°)	Temperatura Max (C°)	Temperatura Min (C°)	Temperatura Obtenida (C°)
DM-01	Testigo 1 - Concreto Patron 210	210	29/04/2022	26.5	32.0	--	26.5
DM-02	Testigo 1 - Concreto Patron 210 + 0.6% PINO			26.2		--	26.2
DM-03	Testigo 1 - Concreto Patron 210 + 1.2% PINO			26.2		--	26.2
DM-04	Testigo 1 - Concreto Patron 210 + 1.8% PINO			26.2		--	26.2
DM-05	Testigo 1 - Concreto Patron 210 + 2.4% PINO			26.2		--	26.2

**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

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
 Proyecto / Obra : TESIS: "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 29/04/2022  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)			
				Temperatura Ambiente (C°)	Temperatura Max (C°)	Temperatura Min (C°)	Temperatura Obtenida (C°)
DM-01	Testigo 1 - Concreto Patron 280	280	29/04/2022	27.0	32.0	--	27.0
DM-02	Testigo 1 - Concreto Patron 280 + 0.6% PINO			27.4		--	27.4
DM-03	Testigo 1 - Concreto Patron 280 + 1.2% PINO			26.8		--	26.8
DM-04	Testigo 1 - Concreto Patron 280 + 1.8% PINO			26.5		--	26.5
DM-05	Testigo 1 - Concreto Patron 280 + 2.4% PINO			26.7		--	26.7

**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

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY

Proyecto / Obra : **Tesis "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".**

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

Fecha de vaciado : 29/04/2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - Qhuna.

2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.462	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.484	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.54	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.76	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.92	%
6.- Contenido de humedad	0.7	%
7.- Módulo de fineza	3.23	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachterres - Pachterres

1.- Peso específico de masa	2.699	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.44	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.60	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.27	%
6.- Contenido de humedad	0.8	%
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	10.1	89.9
Nº 08	13.6	76.4
Nº 16	17.3	59.0
Nº 30	28.0	31.0
Nº 50	15.1	15.9
Nº 100	11.6	4.3
Fondo	4.3	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"	18.2	81.8
1/2"	54.3	27.5
3/8"	19.6	7.9
Nº 04	7.7	0.2
Fondo	0.2	0.0

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

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
Proyecto / Obra : **Tesis "CARACTERIZACION MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".**

Fecha de vaciado : 29/04/2022  
DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2351 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 : 9.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.653

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	397	362	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - Qhuna.
Agua	259	253	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	821	888	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	875	859	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :  
Cemento Arena Piedra Agua  
1.0 2.07 2.21 27.8 Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0 2.02 2.30 27.8 Lts/pie<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

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



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY

Proyecto / Obra : **Tesis "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".**

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 29/04/2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - Qhuna.  
2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.462	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.484	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.54	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.76	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.92	%
6.- Contenido de humedad	0.7	%
7.- Módulo de fineza	3.23	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.699	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.44	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.60	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.27	%
6.- Contenido de humedad	0.8	%
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	10.1	89.9
Nº 08	13.6	76.4
Nº 16	17.3	59.0
Nº 30	28.0	31.0
Nº 50	15.1	15.9
Nº 100	11.6	4.3
Fondo	4.3	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"	18.2	81.8
1/2"	54.3	27.5
3/8"	19.6	7.9
Nº 04	7.7	0.2
Fondo	0.2	0.0

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

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY

Proyecto / Obra : **Tesis "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".**

Fecha de vaciado : 29/04/2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2343	$\text{Kg/m}^3$
Resistencia promedio a los 7 días	:	242	$\text{Kg/cm}^2$
Porcentaje promedio a los 7 días	:	87	%
Factor cemento por $\text{M}^3$ de concreto	:	11.2	bolsas/ $\text{m}^3$
Relación agua cemento de diseño	:	0.553	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	477	362	$\text{Kg/m}^3$	:	Tipo I - Qhuna.
Agua	263	253	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	734	888	$\text{Kg/m}^3$	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	868	859	$\text{Kg/m}^3$	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

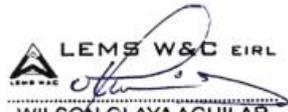
Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.54	1.82	23.5	Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen :

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.50	1.90	23.5	Lts/ $\text{pie}^3$

OBSERVACIONES :

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



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



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

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
 Proyecto : Tesis "CARATERIZACION MECANICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".

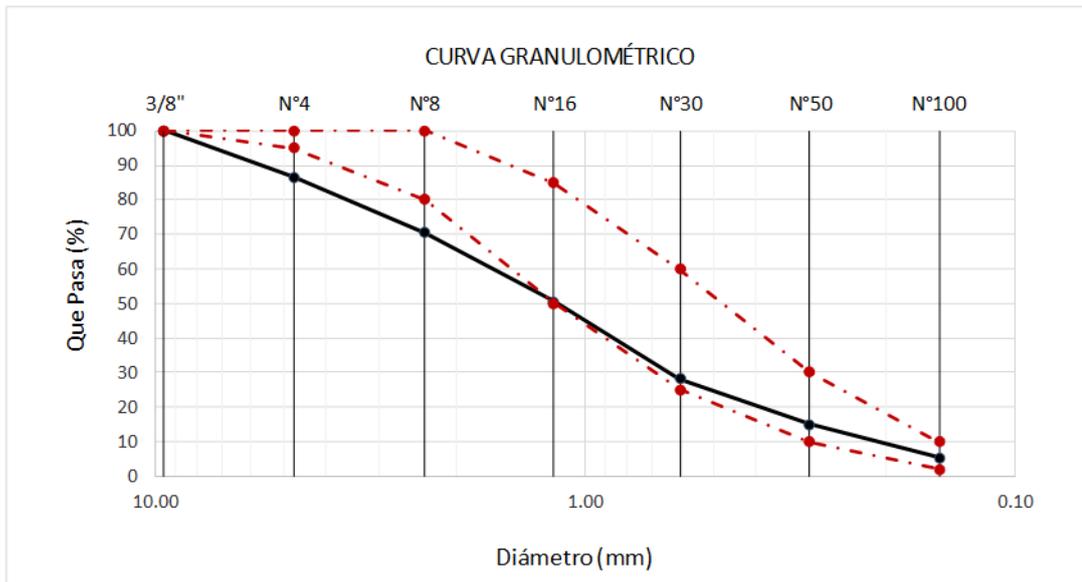
Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 15/04/2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

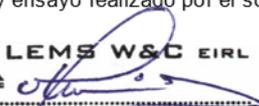
Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	13.4	13.4	86.6	95 - 100
Nº 8	2.360	16.2	29.6	70.4	80 - 100
Nº 16	1.180	19.8	49.5	50.5	50 - 85
Nº 30	0.600	22.2	71.7	28.3	25 - 60
Nº 50	0.300	13.4	85.1	14.9	10 - 30
Nº 100	0.150	9.6	94.7	5.3	2 - 10

<b>MÓDULO DE FINEZA</b>	<b>3.44</b>
-------------------------	-------------



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

## INFORME

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
Proyecto : Tesis "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".  
Ubicación : Dist. Chidayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 17/04/2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Tres Tomas.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.37
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.04

## 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

INFORME

Solicitante : VALERA TELLO, PAUL JEFFREY  
Proyecto : Tesis "CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : 17/04/2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.52
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.66

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

### Anexo III. Certificados de Calibración



#### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-022-2022

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1  
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.  
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"  
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire  
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%  
Marca : ELE - INTERNATIONAL  
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico  
Modelo : 34-3265  
Nº de serie : H190611  
Procedencia : USA  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%  
Método de calibración : Norma ASTM C-231  
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-23	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286

CCMA-022-2022

Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**Resultados de medición**

Con 01 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5.0	5.0	5.0	0,0	0.1
2	5.0				
3	5.0				

Con 02 canister (patrón)

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10.0	10.0	10.0	0,0	0.1
2	10.0				
3	10.0				

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	PRENSA DE MURETES
Capacidad	20000 kgf
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-026
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315A
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-01-21

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

  
MANUEL ALEJANDRO ABAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDEI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.1 °C	26.1 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE-038-21 A
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977-997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
%	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_4$ (kgf)	$F_5$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	2000	1990	2000	2000	2000	1996
20	4000	4001	4021	4001	4001	4008
30	6000	6042	6042	6042	6042	6042
40	8000	8044	8044	8044	8044	8044
50	10000	10046	10046	10046	10046	10046
60	12000	12048	12048	12048	12048	12048
70	14000	14050	14050	14050	14050	14050
80	16000	16052	16052	16052	16052	16052
90	18000	18054	18054	18054	18054	18054
100	20000	20057	20057	20057	20057	20057
Retorno a Cero		100.0	100.0	100.0	100.0	120.0

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa r (%)	
2000	-0.39	0.50	1.00	0.50	0.66
4000	0.36	0.50	2.56	0.25	1.20
6000	-0.35	0.00	1.41	0.17	0.79
8000	-0.27	0.00	1.10	0.13	0.65
10000	-0.23	0.00	0.91	0.10	0.57
12000	-0.20	0.00	0.79	0.08	0.52
14000	-0.18	0.00	0.71	0.07	0.49
16000	-0.16	0.00	0.65	0.06	0.47
18000	-0.15	0.00	0.60	0.06	0.46
20000	-0.14	0.00	0.57	0.05	0.44

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.60 %



### 12. Incertidumbre

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

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

☎ 977.997.385 - 913.028.621  
☎ 913.028.622 - 913.028.623  
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo PRENSA MULTIUSOS

Capacidad 5000 kgf

Marca FORNEY

Modelo 7691F

Número de Serie 2491

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca OHAUS

Modelo DEFENDER 300

Número de Serie NO INDICA

Resolución 0.1 kgf

Ubicación NO INDICA

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos, Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión, Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,8 °C	27,8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



977.997.385 - 913.028.621  
913.028.622 - 913.028.623  
913.028.624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
comercial@calibratec.com.pe  
CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ ( $k=2$ ) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.00 %

### 12. Incertidumbre

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

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

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 1 de 4

- Expediente: 0117-2022
- Solicitante: LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
- Dirección: CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
- Equipo de medición: BALANZA ELECTRÓNICA
  - Capacidad Máxima: 2000 g
  - División de escala (d): 0.01 g
  - Div. de verificación (e): 0.1 g
  - Clase de exactitud: III
  - Marca: AMPUT
  - Modelo: 457
  - Número de Serie: NO INDICA
  - Capacidad mínima: 0.2 g
  - Procedencia: NO INDICA
  - Identificación: NO INDICA
- Fecha de Calibración: 2022-01-21

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC S.A.C.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase III<sup>B</sup>" del SNM-INACAL.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



977.997.385 - 913.028.621  
913.028.622 - 913.028.623  
913.028.624

Av. Chillon Lofe 50 B - Comas - Lima - Lima  
comercial@calibratec.com.pe  
CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1
	Diferencia Máxima 8			Diferencia Máxima 8		
	Error Máximo Permissible 200			Error Máximo Permissible 300		

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec			
		l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7	1000.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1	1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0	1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1	1000.01	8	7	8
					Error máximo permisible 200			

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977.997.385 - 913.028.621  
☎ 913.028.622 - 913.028.623  
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	0	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	-1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. Eo: Error en cero.  
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. Ec: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición 
$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida 
$$R_{CORREGIDA} = R + 0.0000026 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento

977.997.385 - 913.028.621  
913.028.622 - 913.028.623  
913.028.624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
comercial@calibratec.com.pe  
CALIBRATEC SAC





# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS  
RUC: 20606479680

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS CHICLAYO LAMBAYEQUE

4. Equipo de medición

BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

Div. de verificación (e) 1 g

Clase de exactitud III

Marca

OHAUS

Modelo

R31P30

Número de Serie

8336460679

Capacidad mínima

20 g

Procedencia

U.S.A.

Identificación

NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



977 997 385 - 913 028 621  
913 028 622 - 913 028 623  
913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
comercial@calibratec.com.pe  
CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM 032 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM - INACAL.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.  
(\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 977.997.385 - 913.028.621  
☎ 913.028.622 - 913.028.623  
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	500	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
Diferencia Máxima		1,600		Diferencia Máxima		1,600
Error Máximo Permisible		± 3,000		Error Máximo Permisible		± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec			
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	10	10	500	0	10,001	800	700	700
2	10	10	400	100	10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	400	100	100
4	10	10	400	100	9,999	200	-700	-800
5	10	10	500	0	10,000	500	0	0
* Valor entre 0 y 10g					Error máximo permisible ± 3,000			

977.997.385 - 913.028.621  
913.028.622 - 913.028.623  
913.028.624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
comercial@calibratec.com.pe  
CALIBRATEC SAC



Area de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0	0	10	500	0	0	1,000
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado.

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-025 - 2022

Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0117-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	CORTE DIRECTO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	500 kgf	
Marca	ORION	
Modelo	CD.02	
Número de Serie	15011001	
Clase	NO INDICA	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	
Marca	CON TRONIX	
Modelo	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	NO INDICA	
División de Escala	0.01 kgf	
Resolución		
5. Fecha de Calibración	2022-01-21	El certificado de calibración sin firma y

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2022-01-22

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-025 - 2022

Area de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.6 °C	26.6 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	CELDA DE CARGA DE 500 kg MARCA: KELI	CF-0040-2021
METROIL	TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.  
Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.



☎ 977.997.385 - 913.028.621  
☎ 913.028.622 - 913.028.623  
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lofe 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_4$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	50	50.00	50.00	50.10	50.0
20	100	100.15	100.15	100.20	100.2
30	150	150.10	150.10	150.20	150.1
40	200	200.00	200.00	200.10	200.0
50	250	250.10	250.10	250.15	250.1
60	300	300.10	300.10	300.20	300.1
70	350	350.10	350.10	350.20	350.1
80	400	400.15	400.15	400.25	400.2
90	450	450.15	450.15	450.25	450.2
100	500	500.20	500.20	500.30	500.2
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
50	-0.07	0.20	0.00	0.02	0.43
100	-0.17	0.05	0.00	0.01	0.41
150	-0.09	0.07	0.00	0.01	0.41
200	-0.02	0.05	0.00	0.01	0.41
250	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41
300	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.41
350	-0.04	0.03	0.00	0.00	0.41
400	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41
450	-0.04	0.02	0.00	0.00	0.41
500	-0.05	0.02	0.00	0.00	0.41

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.00 %



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

977 997 385 - 913 028 621

913 028 622 - 913 028 623

913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

comercial@calibratec.com.pe

CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0117-2022  
 2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.  
 3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIJ SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 4. Equipo HORNO  
 Alcance Máximo 300 °C  
 Marca QL  
 Modelo NO INDICA  
 Número de Serie NO INDICA  
 Procedencia NO INDICA  
 Identificación LT-012  
 Ubicación NO INDICA

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	TERMOSTATO	TERMOMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977.997.385 - 913.028.621  
 ☎ 913.028.622 - 913.028.623  
 ☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ comercial@calibratec.com.pe  
 🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,  
CALLE LA FERRERO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
 El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo del equipo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTI	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
 ☎ 913 028 622 - 913 028 623  
 ☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ comercial@calibratec.com.pe  
 🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	18.1
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	19.9
Estabilidad Medida ( ± )	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	20.0

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MAX : Temperatura máxima.
- T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 977.997.385 - 913.028.621  
☎ 913.028.622 - 913.028.623  
☎ 913.028.624

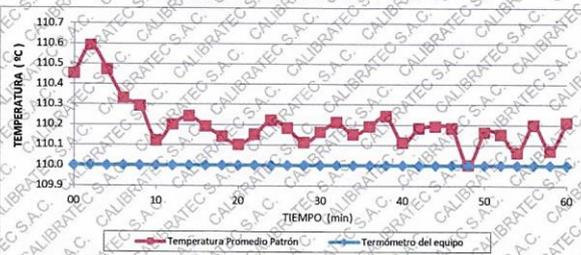
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

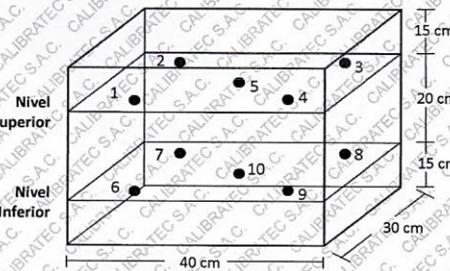
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



☎ 977.997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913.028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

LABORATORIO DE METROLOGIA

RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA - LF - 024 - 2022**

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

**1. Expediente** 0117-2022

**2. Solicitante** LABORATORIO DE ENSAYOS DE  
MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

**3. Dirección** CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS  
MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

**4. Equipo** PRESA DE CONCRETO

**Capacidad** 2000 kN

**Marca** AyA INSTRUMENT

**Modelo** STYE-2000B

**Número de Serie** 131214

**Procedencia** CHINA

**Identificación** NO INDICA

**Indicación** DIGITAL

**Marca** MC

**Modelo** STYE-2000B

**Número de Serie** 131214

**Resolución** 0.01 / 0.1 kN (\*)

**Ubicación** NO INDICA

**5. Fecha de Calibración** 2022-01-21

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Fecha de Emisión**  
2022-01-22

**Jefe del Laboratorio de Metrología**

**Sello**

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión: Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
  - El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100.0	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200.0	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300.0	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400.0	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500.0	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600.0	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700.0	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800.0	798.9	799.1	799.5	799.1
90	900.0	898.6	900.1	896.6	898.5
100	1000.0	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
Retorno a Cero	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.00 %

### 12. Incertidumbre

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

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



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Firmado digitalmente por:  
CHUEZ SALAZAR Sergio Juan Piero  
ID: 2013346023.html  
Fecha: 2022/03/25 10:37:05-0500

## Registro de la Propiedad Industrial

### Dirección de Signos Distintivos

#### CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: wtenwa22bp

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

**Anexo IV. Validez y Confiabilidad Del Instrumento Sobre Caracterización Mecánica del  
Concreto Usando Fibras de Pinus**

Congruencia						
	F'c=175 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	
	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
(S)	5	5	5	5	5	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken	1	1	1	1	1	1

Congruencia	
V de Aiken por criterio	1

Dominio del constructo						
	F'c=175 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	
	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
(S)	5	5	5	5	5	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken	1	1	1	1	1	1

Dominio del constructo	
V de Aiken por criterio	1

  
**IVÁN MEDARDO MORALES CHAVARRY**  
 LICENCIADO EN ESTADÍSTICA  
 COESPE N° 311

	Claridad					
	F'c=175 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	
	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

$$V = \frac{S}{n(c-1)}$$

S = Suma de valoración de todos los expertos por items.  
n = Numero de expertos que participaron en el estudio.  
c = Numero de niveles de la escala de valoración utilizaca.

	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
(S)	5	5	5	5	5	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken	1	1	1	1	1	1

Claridad	
V de Aiken por criterio	1

	Contexto					
	F'c=175 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>		F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	
	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
JUEZ 01	1	1	1	1	1	1
JUEZ 02	1	1	1	1	1	1
JUEZ 03	1	1	1	1	1	1
JUEZ 04	1	1	1	1	1	1
JUEZ 05	1	1	1	1	1	1

	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad	Compresion	Modulo de Elasticidad
(S)	5	5	5	5	5	5
(N)	5					
(C)	2					
V de Aiken	1	1	1	1	1	1

Contexto	
V de Aiken por criterio	1

  
**IVÁN MEDARDO NORALES CHAVARRY**  
**LICENCIADO EN ESTADÍSTICA**  
**COESPE N° 311**

**V de Aiken del cuestionario** **1.000**

En las Tablas se observa que el instrumento utilizado para la investigación sobre el "Estudio Del Módulo De Elasticidad Del Concreto En La Región Lambayeque" es válido (este coeficiente puede obtener valores de 0 a 1, a medida que va aumentando el valor de computado, el ítem tendrá una mayor validez de contenido)

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	Morales Chavarry Ivan Medardo	 Firma
<b>COLEGIATURA</b>	COESPE N° 311	
<b>TÍTULO</b>	Licenciado en Estadística	
<b>GRADO ACADÉMICO</b>	Magister	
<b>DATOS</b>	Cel.: 979645967	
	Correo: morales.ivanmedardo@gmail.com	DNI: 16723528

**Colegiatura N°60702**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Angeles Trejo, Jorge Enrique	Ingeniero Civil	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Modulo Elástico	
<b>Título de la Investigación:</b> CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Modulo Elástico	A	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Compresión	X		X		X		X	

2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción		X	X			X	X	
4	Modulo Elástico	X		X		X		X	
	<b>F'c= 280kg/cm²</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción		X	X			X	X	
4	Modulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (  ) Aplicable después de corregir (  ) No

aplicable (  ) Apellidos y nombres del juez validador: Baca Tavera Carlos

Especialidad: Ingeniero Civil

**José Enrique Angeles Trejo**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. C.I.P. N° 60702**

\_\_\_\_\_  
 Juez  
 Experto

**Colegiatura N° 286483**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Angello Stehano Rueda Andrade	Ingeniero Civil	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Modulo Elástico	
<b>Título de la Investigación:</b> CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Modulo Elástico	A	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>F'c= 210kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X			X
4	Modulo Elástico	X		X		X		X	

	<b>F'c= 280kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>N o</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X			X
4	Modulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (  ) Aplicable después de corregir (  )

No aplicable (  ) Apellidos y nombres del juez validador: Rueda Andrade Angello Stephano

Especialidad: Ingeniero Civil


---

**ANGELLO STEPHANO RUEDA ANDRADE**  

**INGENIERO CIVIL**  
**CIP: 296483**

Juez  
Experto

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ruiz Perales Miguel Angel	Ingeniero Civil	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Modulo Elástico	
<b>Título de la Investigación:</b> CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS.			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Modulo Elástico	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	$F'c= 210kg/cm^2$								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	

4	Modulo Elástico	X		X		X		X	
	<b>F'c= 280kg/cm²</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Modulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (  ) Aplicable después de corregir (  ) No aplicable (  ) Apellidos y nombres del juez validador: Ruiz Perales Miguel Angel

Especialidad: Ingeniero Civil



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

Juez  
 Experto

## Anexo V. Informe Estadístico

### VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO USANDO FIBRA DE PINUS

#### Estadísticas de fiabilidad

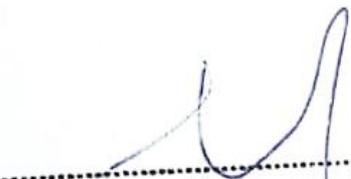
Alfa de Cronbach	N de elementos
,94	8

	Fc	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Comprensión		,862	,952
Flexión	210 y 280	,793	,927
Tracción	Kg/cm <sup>2</sup>	,691	,909
Módulo Elástico		,901	,905

#### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		19097994,767	11	1736181,342		
Intra sujetos	Entre elementos	22672992,700	9	2519221,411	15,958	,000
	Residuo	15628322,900	99	157861,847		
	Total	38301315,600	108	354641,811		
Total		57399310,367	119	482347,146		

En las tablas se observa que, el instrumento es sobre desempeño de un concreto incorporando fibras de pinus como refuerzo, considerando dicho material como válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).



Luis Arturo Montenegro Camacho  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 262

## Anexo VI. Evidencias Fotográficas



Agregado fino y grueso provenientes de la Canteras Tres Tomas, Cantera Pátapo – Victoria y Cantera Pacherras.



Ensayo de asentamiento del concreto fresco, realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Asentamiento de diseño 4 pulg. ¡Ok!, después de varias tandas de prueba. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Rotura de vigas en prensa hidráulica. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Probetas listas para rotura, Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Vaciado de probetas y vigas. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL. Con el personal de apoyo Gino Cercado.



Momento de desmoldar las probetas, Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Mezclado de concreto, Humberto Obando, personal de apoyo. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Llenado de vigas,  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones de 220 gr/m<sup>3</sup> de fibra de pino Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL. Humberto Obando, personal de apoyo



Desenfrado de Probetas y Vigas  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con adiciones de 110 y 440 gr/m<sup>3</sup> de fibra de pino. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Vigas con  $f'c$  210 y 280  $\text{kg/cm}^2$  con adiciones de 110, 220, 330 y 440  $\text{gr/m}^3$  de fibra de pino, en poza de curado. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Ruptura de probetas cilíndricas para resistencia a la tracción. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Ensayo de temperatura en concreto fresco. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Colocación de códigos a probetas y vigas con  $f'c$  210 y 280  $kg/cm^2$  con adiciones de 110, 220, 330 y 440  $gr/m^3$  de fibra de pino. Realizado en el laboratorio de ensayos de materiales LEMS W&C EIRL.



Tamices n°3/4" hasta el n°100 y depósito de fondo.



Peso de la muestra húmeda



Resistencia a la tracción a los 28 días de  $280 \text{ kg/cm}^2$ . adicionado  $330 \text{ (gr/m}^3\text{)}$ .



Probetas cilíndricas de 4" x 8" de las cuales se han obtenido datos de resistencia a la tracción a los 28 días de  $280 \text{ kg/cm}^2$ , adicionado  $330 \text{ (gr/m}^3\text{)}$ .

NOMBRE DEL TRABAJO

**Caracterización Mecánica del Concreto Usando Fibra de Pinus**

AUTOR

**Paul Jeffrey Valera Tello**

RECUENTO DE PALABRAS

**12524 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**59922 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**54 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jan 9, 2024 10:21 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jan 9, 2024 10:22 AM GMT-5****● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado