



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **Ingeniería Civil**

“DISEÑO DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE 0.5%, 1% Y 1.3% DE VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE PARA USO EN HABILITACIONES URBANAS, LOS OLIVOS 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autores:**

Vivian Milagros Loayza Rottiers  
Analeyla Nicole Salirrosas Pinedo

**Asesor:**

Ing. Jvan Jovanovic Aguirre

<https://orcid.org/0000-0003-1609-1704>

Lima - Perú

2024

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>JULIO CHRISTIAN QUESADA LLANTO</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 2 Secretario (a)	<b>NEICER CAMPOS VASQUEZ</b>
	Nombre y Apellidos

Jurado 3 Secretario (a)	<b>JVAN JOVANOVIC AGUIRRE</b>
	Nombre y Apellidos

## INFORME DE SIMILITUD



Página 2 of 100 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3021330712




### 17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Exclusiones


- N.º de fuentes excluidas

#### Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 11%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
0 caracteres sospechosos en N.º de página  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

Para aquellos seres humanos que no dudaron de mi capacidad de lograr  
mis metas, aquellas situaciones que pusieron a prueba mi resiliencia  
como ser humano ante adversidades en etapas de mi vida personal

**Loayza Rottiers Vivian Milagros**

Dedicada a aquellas personas que fueron héroes sin capa para mi  
crecimiento profesional y personal, aquellas noches de desvelo por lograr  
mis objetivos día a día

**Salirrosas Pinedo Analeyla Nicole**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi esfuerzo y dedicación a mi vida personal y profesional. A mis seres amados que estuvieron en todo momento motivándome a cumplir mis metas.

**Loayza Rottiers Vivian Milagros**

A mi desempeño y esfuerzo como ser humano y apoyo incondicional de mis seres amados.

**Salirrosas Pinedo Analeyla Nicole**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Matriz de Operacionalización de Variables</i>	31
<b>Tabla 2</b>	<i>Distribución de las muestras para el ensayo a compresión</i>	32
<b>Tabla 3</b>	<i>Distribución de las muestras para el ensayo a flexión</i>	33
<b>Tabla 4</b>	<i>Características de los agregados</i>	48
<b>Tabla 5</b>	<i>Análisis de Precios Unitario de la Viruta de Árbol de Roble</i>	62
<b>Tabla 6</b>	<i>Resultados del ensayo de asentamiento del diseño patrón</i>	65
<b>Tabla 7</b>	<i>Resultados del ensayo de asentamiento del diseño 0.5% V.A.R</i>	65
<b>Tabla 8</b>	<i>Resultados del ensayo de asentamiento del diseño 1% V.A.R</i>	66
<b>Tabla 9</b>	<i>Resultados del ensayo de asentamiento del diseño 1.3% V.A.R</i>	66
<b>Tabla 10</b>	<i>Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión</i>	67
<b>Tabla 11</b>	<i>Prueba Post Hoc de Bonferroni</i>	68
<b>Tabla 12</b>	<i>Efecto de los tiempos en la trabajabilidad</i>	69
<b>Tabla 13</b>	<i>Resultados del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días</i>	71
<b>Tabla 14</b>	<i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días</i>	71
<b>Tabla 15</b>	<i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días</i>	71
<b>Tabla 16</b>	<i>Prueba de Normalidad para las muestras del ensayo de resistencia a la compresión</i>	72
<b>Tabla 17</b>	<i>Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión</i>	73
<b>Tabla 18</b>	<i>Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 7 días</i>	73
<b>Tabla 19</b>	<i>Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 14 días</i>	74
<b>Tabla 20</b>	<i>Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 28 días</i>	75
<b>Tabla 21</b>	<i>Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días</i>	77
<b>Tabla 22</b>	<i>Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días</i>	77
<b>Tabla 23</b>	<i>Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días</i>	77

<b>Tabla 24</b> <i>Prueba de Normalidad para las muestras del ensayo de resistencia a la compresión</i> .....	78
<b>Tabla 25</b> <i>Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la flexión</i> .....	79
<b>Tabla 26</b> <i>Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 7 días</i> .....	79
<b>Tabla 27</b> <i>Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 14 días</i> .....	80
<b>Tabla 28</b> <i>Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 28 días</i> .....	81
<b>Tabla 29</b> <i>Costo de producción de concreto patrón</i> .....	82
<b>Tabla 30</b> <i>Costo de producción de concreto patrón con 0.5% de VAR</i> .....	82
<b>Tabla 31</b> <i>Costo de producción de concreto patrón con 1% de VAR</i> .....	83
<b>Tabla 32</b> <i>Costo de producción de concreto patrón con 1.3% de VAR</i> .....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Recolección de la viruta de árbol de roble.....</i>	35
<b>Figura 2</b>	<i>Extracción de muestras - Ensayo granulométrico.....</i>	36
<b>Figura 3</b>	<i>Secado de muestras - Ensayo granulométrico.....</i>	37
<b>Figura 4</b>	<i>Ensayo granulométrico.....</i>	38
<b>Figura 5</b>	<i>Cálculo del material retenido - Ensayo granulométrico.....</i>	38
<b>Figura 6</b>	<i>Extracción de muestras – Ensayo peso unitario.....</i>	39
<b>Figura 7</b>	<i>Secado de muestras - Ensayo peso unitario .....</i>	40
<b>Figura 8</b>	<i>Ensayo de peso unitario suelto .....</i>	40
<b>Figura 9</b>	<i>Medición del peso unitario suelto.....</i>	41
<b>Figura 10</b>	<i>Ensayo de peso unitario compactado .....</i>	41
<b>Figura 11</b>	<i>Medición del peso unitario compactado.....</i>	42
<b>Figura 12</b>	<i>Extracción de muestras – Ensayo de peso específico.....</i>	43
<b>Figura 13</b>	<i>Secado de muestras – Ensayo de peso específico.....</i>	44
<b>Figura 14</b>	<i>Saturación del agregado grueso – Ensayo de peso específico.....</i>	44
<b>Figura 15</b>	<i>Determinación del volumen saturado superficial – Ensayo de peso específico....</i>	45
<b>Figura 16</b>	<i>Absorción del agregado grueso – Ensayo de peso específico.....</i>	45
<b>Figura 17</b>	<i>Saturación de la muestra agregado fino – Ensayo de peso específico.....</i>	46
<b>Figura 18</b>	<i>Apisonado del agregado fino – Ensayo de peso específico.....</i>	46
<b>Figura 19</b>	<i>Picnómetro con agua y agregado fino – Ensayo de peso específico.....</i>	47
<b>Figura 20</b>	<i>Absorción del agregado fino – Ensayo de peso específico.....</i>	47
<b>Figura 21</b>	<i>Mezclado de concreto patrón <math>f'c=210</math>kg/c<sup>2</sup>m.....</i>	49
<b>Figura 22</b>	<i>Mezclado de concreto <math>f'c=210</math>kg/c<sup>2</sup>m + 0.5% de VAR .....</i>	49
<b>Figura 23</b>	<i>Mezclado de concreto <math>f'c=210</math>kg/c<sup>2</sup>m + 0.5% de VAR .....</i>	50
<b>Figura 24</b>	<i>Mezclado de concreto <math>f'c=210</math>kg/c<sup>2</sup>m + 0.5% de VAR .....</i>	50

<b>Figura 25</b>	<i>Ensayo de asentamiento concreto patrón</i> .....	51
<b>Figura 26</b>	<i>Ensayo de asentamiento concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup> + 0.5% de VAR</i> .....	52
<b>Figura 27</b>	<i>Ensayo de asentamiento concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup> + 1% de VAR</i> .....	52
<b>Figura 28</b>	<i>Ensayo de asentamiento concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup> + 1% de VAR</i> .....	53
<b>Figura 29</b>	<i>Elaboración de cilindros de concreto patrón 15x30cm para ensayo de compresión</i> .....	54
<b>Figura 30</b>	<i>Elaboración de cilindros de concreto + 0.5% de VAR 15x30cm para ensayo de compresión</i> .....	55
<b>Figura 31</b>	<i>Elaboración de cilindros de concreto + 1% de VAR 15x30cm para ensayo de compresión</i> .....	55
<b>Figura 32</b>	<i>Elaboración de cilindros de concreto + 1.3% de VAR 15x30cm para ensayo de compresión</i> .....	56
<b>Figura 33</b>	<i>Rotura de cilindros de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días</i> .....	57
<b>Figura 34</b>	<i>Rotura de cilindros de concreto + 0.5% de VAR a los 7, 14 y 28 días</i> .....	57
<b>Figura 35</b>	<i>Rotura de cilindros de concreto +1% de VAR a los 7, 14 y 28 días</i> .....	58
<b>Figura 36</b>	<i>Rotura de cilindros de concreto + 1.3% de VAR a los 7, 14 y 28 días</i> .....	58
<b>Figura 37</b>	<i>Rotura de vigas de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días</i> .....	59
<b>Figura 38</b>	<i>Rotura de vigas de concreto + 0.5 de VAR a los 7, 14 y 28 días</i> .....	60
<b>Figura 39</b>	<i>Rotura de vigas de concreto +1% de VAR a los 7, 14 y 28 días</i> .....	60
<b>Figura 40</b>	<i>Rotura de vigas de concreto +1.3% de VAR a los 7, 14 y 28 días</i> .....	61
<b>Figura 41</b>	<i>Diseño de concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol</i> .....	64

## RESUMEN

El estudio titulado “Diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de madera para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023”, el objetivo de este estudio fue determinar la influencia de la adición de viruta de madera en la resistencia a la compresión y flexión del concreto diseñado con una resistencia especificada de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, destinado para uso en habilitaciones urbanas en Los Olivos 2023. El diseño de la investigación fue de tipo experimental de subtipo cuasiexperimental, con un nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Se emplearon un total de 24 probetas cilíndricas y 24 viguetas de dimensiones estándar para llevar a cabo los ensayos, siguiendo el método ACI para la dosificación del concreto. Los resultados obtenidos revelaron que la incorporación de viruta de madera afecta significativamente la resistencia a la flexión del concreto. A los 28 días de curado, la resistencia a la flexión fue de 40.36 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra estándar sin viruta de madera. En contraste, las mezclas con 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de madera mostraron resistencias a la flexión de 38.54 kg/cm<sup>2</sup>, 43.82 kg/cm<sup>2</sup> y 38.80 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En conclusión, se observa que la adición de viruta de madera puede resultar beneficiosa o adversa dependiendo del porcentaje utilizado. La muestra con 1% de viruta de madera superó la resistencia a la flexión de la muestra estándar, mientras que otras concentraciones mostraron variaciones menores. Estos hallazgos destacan la importancia de considerar cuidadosamente la dosificación de materiales adicionales como la viruta de madera en el diseño de concreto para aplicaciones específicas, como las habilitaciones urbanas en condiciones determinadas como las de Los Olivos 2023.

**Palabras clave:** Viruta de madera, resistencia, compresión, flexión, habilitaciones urbanas, concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

A nivel global, el crecimiento demográfico ha provocado un aumento considerable en la necesidad de infraestructura, donde el concreto juega un papel fundamental como material de construcción. Este fenómeno ha generado una demanda constante de recursos naturales no renovables para los agregados, debido al rápido progreso en la industria de la construcción que ha llevado a una explotación excesiva de estos recursos (Meza y Pinchi , 2023).

Los edificios reflejan la diversidad cultural a través de sus materiales, desde ladrillo rojo en suburbios estadounidenses hasta adobe en África Occidental, adaptándose a la disponibilidad de recursos, el clima y las tradiciones locales. La arquitectura se destaca por su capacidad de diseño flexible. En respuesta a la necesidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y construir de manera más sostenible, la industria de la construcción está adoptando nuevos materiales ecológicos. Estos materiales ayudan a minimizar las huellas de carbono asociadas con la construcción, representando una tendencia significativa hacia la construcción sostenible (CEMEX, 2023).

La construcción sostenible adopta un enfoque integral que considera los impactos ambientales durante todas las fases del ciclo de vida de un edificio, desde el diseño inicial hasta su demolición y gestión de residuos. Se centra en minimizar estos impactos mediante el uso eficiente de energía y agua, materiales no dañinos para el medio ambiente, gestión adecuada de residuos y la integración de energías renovables. La evaluación del ciclo de vida y herramientas como la huella de carbono son fundamentales para evaluar y cuantificar estos impactos, con el objetivo de crear edificaciones eficientes y ambientalmente responsables que también sean económicamente viables (Eurofins, 2023).

El sector de la construcción es un gran consumidor de recursos, especialmente no renovables, con un consumo significativo de piedra, grava, arena y madera virgen cada año,

según el World Watch Institute. Aunque algunas empresas están adoptando tecnologías modernas como impresoras 3D y textiles biodegradables para reducir el uso de materiales, la industria de la construcción sigue siendo una de las menos digitalizadas, lo que podría retrasar los cambios necesarios en este ámbito (ARCHDESK, 2021)

En la actualidad, el uso de fibras para reforzar el concreto es común en diversos ámbitos industriales y estructurales, incluyendo túneles, taludes y elementos prefabricados. Sin embargo, desde tiempos antiguos, las fibras naturales han sido empleadas para fortalecer materiales frágiles en la construcción, como el uso de crin de caballo en morteros y paja en ladrillos de barro. En países en desarrollo, especialmente, estas prácticas continúan debido a su efectividad y costo accesible. (Vidaud et al., 2015, p. 01).

Con el tiempo, ha aumentado el interés en optimizar las propiedades del concreto, especialmente mediante la introducción de refuerzos como fibras naturales, aditivos y geosintéticos. Sin embargo, todavía existe una falta de investigación suficiente sobre la adición de fibras naturales para determinar la dosificación ideal que garantice un rendimiento óptimo en el diseño de concreto hidráulico. Cada actividad relacionada con la construcción tiene consecuencias para el medio ambiente. Desde la selección de materiales hasta el uso de tecnologías y la ejecución de obras, todas contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero que afectan al calentamiento global. Aunque detener por completo estas actividades no es viable, podemos mitigar su impacto ambiental mediante decisiones reflexivas y conscientes.

## 1.2 Antecedentes

### Antecedentes Internacionales

Según Briones et al. (2020), en su artículo “Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino” tuvo como objetivo evaluar el uso de virutas de acero como sustituto parcial del agregado fino en hormigón para mejorar la sostenibilidad ambiental y económica en Portoviejo. En la metodología de la presente investigación tuvo un diseño experimental con pruebas de resistencia a la compresión y resistividad superficial en mezclas de hormigón. Se probaron sustituciones del 5%, 10% y 15% de virutas de acero. Entre los resultados, se obtuvo un buen desempeño mecánico del hormigón con las sustituciones de virutas de acero, superando los estándares convencionales de resistencia. Se concluye del estudio que las virutas de acero son una opción viable para mejorar la sostenibilidad en construcciones civiles, recomendando investigaciones adicionales para explorar mayores porcentajes de sustitución.

Asimismo, Vásquez (2021) en su investigación “Estudio de comportamiento de un diseño de mezcla de concreto con adición de material reciclado de llantas” tuvo como objetivo analizar el comportamiento físico-mecánico de dos diseños de mezcla de concreto: uno convencional con agregados estándar y otro modificado, sustituyendo parte del agregado grueso con material reciclado de llantas. Se llevó a cabo un estudio experimental comparativo, donde se estableció un diseño de mezcla estándar utilizando agregados convencionales y otro donde se reemplazó parte del agregado grueso por material reciclado de llantas en diferentes proporciones. Se evaluaron propiedades como resistencia a la compresión, flexión y módulo de elasticidad. El diseño de mezcla estándar mostró alta resistencia a la compresión, flexión y módulo de elasticidad. En el caso del diseño modificado, se observó que el módulo de elasticidad puede mejorar con pequeñas cantidades de reemplazo de agregado grueso por caucho reciclado. El estudio concluyó que el diseño estándar de mezcla mostró mejor

resistencia mecánica global, mientras que el reemplazo parcial del agregado grueso con caucho reciclado mejoró específicamente el módulo de elasticidad del concreto, sugiriendo investigaciones adicionales para optimizar estas proporciones y beneficios estructurales.

Por otro lado, Díaz (2020) en su investigación “Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto” tuvo como objetivo evaluar la resistencia a compresión de concretos con sustitución de cemento por ceniza de la Termo Paipa en proporciones del 10%, 20% y 30%, a diferentes edades de curado (3, 7, 14, 28 días), para investigar el efecto de la ceniza en las propiedades mecánicas del concreto. Se utilizó un diseño experimental donde se elaboraron diferentes mezclas de concreto según las Normas NTC, sustituyendo el cemento en relaciones agua-cemento de 0.75, 0.65, 0.55, 0.45 y 0.35 por ceniza de la Termo Paipa. Se realizaron pruebas de asentamiento, masa unitaria, contenido de aire, temperatura, manejabilidad y ensayos de resistencia a compresión en diversas edades de curado. Los resultados mostraron que las mezclas con sustitución de cemento por ceniza de la Termo Paipa mantuvieron niveles aceptables de resistencia a compresión, especialmente a edades mayores de curado. Se observó que la ceniza afectó la trabajabilidad y el comportamiento inicial del concreto, pero ofreció potencial para mejorar sus propiedades mecánicas con el tiempo. El estudio indica que la ceniza de la Termo Paipa puede sustituir parcialmente el cemento en mezclas de concreto, reduciendo costos y reutilizando residuos industriales. Se recomienda investigar más para optimizar las proporciones de sustitución y evaluar la durabilidad del concreto modificado.

Comforme a Bacca y Vélez (2020) en su investigación “Efecto de las fibras de arroz carbonatada en las propiedades mecánicas y físicas del concreto” tuvo como objetivo investigar el efecto de la adición de fibras de cascarilla de arroz carbonatadas en las propiedades mecánicas y físicas del concreto, enfocándose en aprovechar el sílice presente en este material para mejorar el rendimiento del concreto en aplicaciones estructurales. Se llevó a cabo un estudio

experimental donde se probó la adición de fibras de cascarilla de arroz carbonatadas durante el amasado del concreto, utilizando diferentes dosificaciones. Se realizaron estudios para evaluar el comportamiento de los materiales y determinar su viabilidad en ingeniería civil, identificando los factores que afectan su desempeño y los efectos del aditivo en las propiedades del concreto. Los resultados indicaron que la adición de fibras de cascarilla de arroz carbonatadas puede mejorar algunas propiedades del concreto, como la resistencia y la durabilidad, dependiendo de la dosificación empleada. Se observó un potencial para reducir costos y mejorar la sostenibilidad en proyectos de construcción civil. La investigación destaca que la cascarilla de arroz carbonatada muestra promesa como aditivo para el concreto en ingeniería civil, sugiriendo la necesidad de investigaciones adicionales para determinar dosificaciones ideales y evaluar su impacto económico en proyectos reales, lo que podría avanzar significativamente en sostenibilidad y construcción.

### **Antecedentes Nacionales**

Según Farfan y Quispe (2023), en su investigación “Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023” el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la ceniza del tallo de algarrobo en el concreto con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, utilizado en el diseño de pavimento rígido. Se analizaron dosificaciones de ceniza al 0% (concreto estándar), 5%, 8% y 12%. La investigación adoptó un enfoque aplicado, con un diseño cuasi-experimental y una metodología cuantitativa. Se prepararon 60 muestras en total, incluyendo 36 cilindros, 12 vigas y 12 discos de concreto, para realizar pruebas de compresión, flexión y abrasión. El diseño del pavimento rígido se fundamentó en la ecuación AASHTO 93, empleando Excel, y el análisis estadístico de hipótesis se llevó a cabo con SPSS, utilizando pruebas de Shapiro-Wilk y ANOVA. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión a los 28 días indicaron valores promedio de 243 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto estándar

(0%), 247 kg/cm<sup>2</sup> para el 5%, 224 kg/cm<sup>2</sup> para el 8% y 216 kg/cm<sup>2</sup> para el 12% de adición de ceniza de tallo de algarrobo. Se concluyó que la dosificación óptima para mejorar las propiedades mecánicas del concreto es del 5% de ceniza respecto al peso del cemento. En resumen, el estudio mostró que la adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo puede mejorar las propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos, proporcionando una alternativa sostenible y económica para la industria de la construcción.

Por otro parte, Alejandro (2021) en su investigación “La incorporación de la viruta de cuero para reducir las patologías del concreto simple f<sup>c</sup> 210 kg/cm<sup>2</sup> en losas – Huachipa” se evaluó la influencia de la viruta de cuero como aditivo para reducir patologías en concreto simple f<sup>c</sup> 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizado en losas. Se sustituyó el agregado fino en concentraciones del 1%, 3% y 5% respecto al concreto patrón, con el objetivo de reducir estas patologías. Se llevaron a cabo varios ensayos, incluyendo retracción plástica (8 paneles), exudación (12 muestras) y resistencia a la compresión (48 probetas), para evaluar la efectividad del aditivo. Los agregados utilizados fueron obtenidos de canteras específicas: agregado grueso (1/2) de la cantera GLORIA (400 kg) y agregado fino de la cantera SAN MARTIN (350 kg), además de 20 kg de viruta de cuero. Se realizaron ensayos adicionales al material, como humedad y absorción. El diseño de mezclas se llevó a cabo utilizando el método de módulo de fineza. Los resultados indicaron una reducción significativa del 59.60% en fisuración por contracción plástica, un aumento del 17.27% en la cantidad de agua de exudación, y una disminución del 31.86% en la velocidad de exudación de agua. Estos hallazgos sugieren que la adición de viruta de cuero como sustituto parcial del agregado fino puede mejorar las propiedades del concreto, ofreciendo una solución efectiva para mitigar patologías comunes en losas de concreto simple. En conclusión, el estudio demuestra que la viruta de cuero puede ser una opción viable y económica para mejorar las características del concreto, proporcionando beneficios significativos en términos de reducción de fisuración y control de exudación de agua.

Además, Meza y Pinchi (2023) en su investigación “Diseño de concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibra de coco para mejorar la resistencia a flexión, Tarapoto 2023” el objetivo del estudio fue mejorar la resistencia a la flexión del concreto mediante el uso de fibra de coco, abordando problemas comunes de fisuras y asentamientos en construcciones. El objetivo general fue potenciar estas mejoras a través de un estudio aplicado con un enfoque cuantitativo transversal, empleando una muestra de 36 probetas. Los resultados revelaron que la resistencia a la flexión del concreto estándar de 225 kg/cm<sup>2</sup> fue superada por el concreto con un 2% de fibra de coco, alcanzando una resistencia de 245 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indicó que el porcentaje óptimo de adición fue del 2%, demostrando mejoras significativas en comparación con el concreto estándar. Además, se evaluaron los costos, siendo S/. 370.87 para el concreto estándar y S/. 365.75 para el concreto mejorado con fibra de coco, lo que demostró que la mejora resultó económicamente rentable. En conclusión, el estudio sugiere que la incorporación de fibra de coco como aditivo puede mejorar efectivamente la resistencia a la flexión del concreto, ofreciendo una alternativa sostenible y económicamente viable para la industria de la construcción.

Asimismo, Garcia y Ojeda (2022) en su investigación “Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> incorporando ceniza de cascarilla de arroz para verificar la resistencia a la compresión SAPOSOA 2022” tuvo como objetivo diseñar concreto con resistencia especificada de 210 Kg/cm<sup>2</sup> utilizando ceniza de cascarilla de arroz en proporciones variables, para evaluar su resistencia a la compresión. Se emplearon dos variables: una independiente (diseño de concreto con ceniza de cascarilla de arroz) y una dependiente (resistencia a la compresión). El diseño de la investigación se catalogó como pre experimental, dado que la variable independiente fue manipulada. Se elaboraron un total de 54 probetas cilíndricas, distribuidas en 9 probetas para cada uno de los diseños (patrón, 5%, 10%, 15%, 20% y 25%), donde los porcentajes indican la cantidad de ceniza de cascarilla de arroz que sustituyó al agregado fino. Para la recolección de

datos se utilizaron técnicas como formatos de registro y observación, llevadas a cabo durante el proceso de recolección de materiales en campo, incluyendo agregados gruesos y finos. Los resultados indicaron que al incorporar un 5% de ceniza de cascarilla de arroz, no se observó una mejora en las propiedades del concreto, sino más bien una disminución significativa en su resistencia a la compresión. Este hallazgo sugiere que la adición de ceniza de cascarilla de arroz en las proporciones evaluadas no es efectiva para mejorar la resistencia a la compresión del concreto con la especificación mencionada. En conclusión, el estudio resalta la importancia de evaluar cuidadosamente las proporciones de aditivos como la ceniza de cascarilla de arroz en el diseño de concretos, para garantizar que efectivamente contribuyan a mejorar las propiedades deseadas, en lugar de deteriorarlas.

Así como, Ishuiza y Tuesta (2023) en su investigación “Diseño de un concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando aserrín de madera tornillo para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto- 2023” tuvo como objetivo determinar la posibilidad de incrementar la resistencia a la compresión del concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> mediante la sustitución del agregado fino del Cumbaza por diferentes porcentajes de aserrín de madera de la especie tornillo. El diseño de la investigación fue pre-experimental, con el aserrín de madera tornillo como variable independiente manipulada y la resistencia a la compresión como variable dependiente. Se fabricaron un total de 36 probetas cilíndricas con dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de largo, distribuidas en 9 probetas para cada uno de los diseños de mezcla (0%, 4%, 6%, 8%). Los ensayos se realizaron para evaluar la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado. Los resultados mostraron que la mezcla óptima fue aquella con un 4% de aserrín de madera tornillo, alcanzando una resistencia a la compresión de 230.3 kg/cm<sup>2</sup>, comparado con los 225.1 kg/cm<sup>2</sup> del concreto patrón. Además, se identificó un ahorro económico de hasta S/1.04 por metro cúbico de concreto elaborado con la mezcla optimizada. En conclusión, el estudio demostró que la adición de aserrín de madera tornillo puede mejorar

significativamente la resistencia a la compresión del concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, proporcionando resultados positivos tanto en términos de rendimiento mecánico como económico.

También, Cantorin (2022) en su investigación “Incorporación de virutas de madera en el mezclado de un concreto convencional  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> para elementos no estructurales” tuvo como objetivo determinar el resultado de la incorporación de virutas de madera en el mezclado de un concreto convencional  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> para elementos no estructurales. Como diseño de investigación, empleó un diseño cuasi experimental con un método científico aplicado, nivel explicativo. En los resultados, se evaluaron diferentes porcentajes de virutas de madera (0.5%, 0.75%, 1.0% y 2.0%) como agregado grueso en el concreto. Se encontró que la incorporación de virutas de madera afecta ligeramente el comportamiento del concreto en estado fresco y de manera significativa en estado endurecido. Se concluye que la adición de virutas de madera en el concreto convencional  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> para elementos no estructurales modifica su comportamiento, mejorando significativamente su desempeño en estado endurecido.

### 1.3 Bases teóricas

#### **Agregados**

Según la NTP 339.047 define a los "agregados" como materiales granulares utilizados en la construcción, constituidos por partículas duras y resistentes, de origen natural o artificial, que pueden estar unidas por un material cementante, como el cemento portland, o pueden consistir en materiales aglomerantes y sustancias químicas. Estos agregados se utilizan comúnmente en la preparación de concreto, mortero y otros materiales de construcción, proporcionando resistencia, durabilidad y otras propiedades mecánicas esenciales (NTP 339.047, 2014).

#### **Aditivo**

Son materiales distintos al agua, agregados, materiales cementosos hidráulicos y refuerzo de fibra, que, al ser incorporados como componentes en una mezcla de cemento, alteran ciertas características de la mezcla cuando está fresca, así como su proceso de fraguado y endurecimiento. Estos materiales se incorporan antes o durante el mezclado para alterar ciertas propiedades específicas (NTP 339.047, 2014).

#### **Agregado grueso**

Agregado que principalmente se retiene en el tamiz de 4,75 mm (No. 4); o (2) La fracción del agregado que queda retenida en el tamiz de 4,75 mm (No. 4) (NTP 339.047, 2014).

#### **Agregado fino**

El agregado fino es aquel que pasa a través del tamiz de 9,5 mm (3/8 pulgadas) y la mayoría atraviesa también el tamiz de 4,75 mm (No. 4), quedando retenido principalmente en el tamiz de 75 µm (No. 200) (NTP 339.047, 2014).

#### **Agregado que pasa**

Expresado usualmente en peso o porcentaje, siempre y cuando no supere el 5% del peso del material que ha pasado por el tamiz específico (NTP 339.047, 2014).

### **Agregado retenido**

Un agregado se considera "retenido" por un tamiz cuando permite el paso de no más del 5% en peso del material que está siendo tamizado (NTP 339.047, 2014).

### **Cemento Pórtland**

Se trata de un tipo de cemento hidráulico obtenido al pulverizar clinker de Portland compuesto, compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos. Durante el proceso de molienda, típicamente se añade una o más formas de sulfato de calcio como aditivo (NTP 339.047, 2014).

### **Compactación**

Es el proceso, ya sea realizado de manera manual o mecánica, que tiene como objetivo disminuir el volumen total de espacios vacíos en una mezcla de mortero o concreto fresco (NTP 339.047, 2014).

### **Concreto endurecido**

Se refiere al concreto que ha alcanzado la resistencia necesaria para cumplir con un propósito específico o soportar una carga requerida sin experimentar fallas (NTP 339.047, 2014).

### **Curado**

Curado se refiere a las acciones tomadas para mantener constantes las condiciones de humedad y temperatura alrededor de una mezcla de cemento recién colocada. Esto permite que el cemento hidráulico hidrate adecuadamente, y en caso necesario, que las reacciones puzolánicas ocurran, facilitando así el desarrollo completo de las propiedades potenciales de la mezcla (NTP 339.047, 2014).

### **Concreto fresco**

Se refiere al concreto que tiene una trabajabilidad inicial adecuada, lo que permite su colocación y consolidación según los métodos previstos (NTP 339.047, 2014)

### **Ensayo granulométrico**

Un ensayo granulométrico es una prueba utilizada para determinar la distribución de tamaños de partículas en un agregado o suelo. Este análisis permite conocer la proporción relativa de partículas de diferentes tamaños que componen una muestra, lo cual es fundamental para evaluar la idoneidad del material para su uso en mezclas de concreto, asfalto u otros fines de construcción (NTP 400.012, 2013).

### **Ensayo de peso específico**

Método para determinar la gravedad específica de los suelos. Este ensayo se utiliza para calcular la densidad relativa de un suelo en comparación con el agua y se expresa como un valor adimensional. La gravedad específica del suelo es crucial para evaluar su compactación, porosidad y capacidad de soporte, proporcionando información importante para el diseño y la ingeniería geotécnica. (NTP 400.021, 2013)

### **Ensayo de sales solubles**

Prueba utilizada para medir la cantidad de sales solubles en un material, como por ejemplo en el suelo (NTP 400.042, 2016).

### **Ensayo de peso unitario**

Prueba utilizada para determinar el peso por unidad de volumen de un material, típicamente aplicado a suelos, agregados o materiales de construcción como el concreto. Este ensayo es fundamental para evaluar la densidad del material, lo cual es crucial en el diseño y control de calidad de obras civiles y estructurales (NTP 400.017, 2011).

### **Ensayo de asentamiento**

Prueba utilizada para medir la consistencia del concreto fresco o de otros materiales similares, como el mortero. Este ensayo se realiza colocando una muestra del material en un

cono específico y luego levantando el cono para observar cuánto se asienta o "asienta" el material bajo su propio peso (NTP 339.035, 2009).

### **Ensayo de compresión**

Prueba de laboratorio utilizada para determinar la resistencia a la compresión de materiales como el concreto, el acero, la madera u otros materiales estructurales. En este ensayo, se aplica una carga gradual y axial sobre una muestra del material hasta que se produce la falla o ruptura (NTP 339.034, 2015).

### **Ensayo de flexión**

Prueba de laboratorio utilizada para evaluar la resistencia y la capacidad de deformación de materiales bajo carga de flexión. En este ensayo, se aplica una carga en el centro de una viga o muestra del material, provocando flexión hasta que se produce la falla o ruptura. (NTP 339.079, 2012)

## 1.4 Justificación

De esta manera, para nuestra investigación como justificación teórica, práctica y ambiental tenemos:

### **Justificación teórica**

Como justificación teórica tenemos que el tema que se ha abordado carece de teorías o bases científicas por lo que se hará una revisión de la literatura para dar a conocer este aditivo que es la viruta de árbol de roble que actuará como un refuerzo mecánico en el concreto, mejorando su resistencia a la tracción y a la flexión.

### **Justificación práctica**

Por el lado de la justificación practica tenemos un problema el cual buscamos solucionar proponiendo este nuevo material (viruta de árbol de roble), que puede ayudar a mitigar la contracción por secado del concreto, minimizando así la formación de grietas y aumentando la durabilidad del material en ambientes urbanos expuestos a variaciones climáticas y condiciones ambientales severas.

### **Justificación ambiental**

Así como para la justificación ambiental tenemos que utilizar viruta de árbol de roble como adición en el concreto no solo mejora las propiedades del material, sino que también promueve prácticas sostenibles al reutilizar un residuo natural que de otro modo podría ser desechado. Esto es relevante en un contexto urbano donde la sostenibilidad y el uso eficiente de recursos son cada vez más importantes.

### **Justificación económica**

La viruta de roble puede ser un material económico en comparación con otros aditivos o reforzamientos convencionales. Utilizar un porcentaje mínimo como el 0.5% podría resultar

en una mejora significativa en las propiedades del concreto sin incrementar sustancialmente los costos de materiales.

## 1.5 Formulación del problema

### 1.5.1 Problema General

¿Como influye en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para su uso de habitaciones urbanas, Los Olivos 2023?

### 1.5.2 Problema Específicos

¿Se podrá obtener un diseño de mezcla del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023?

¿Cuál es la influencia en la trabajabilidad del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de madera árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023?

¿Cómo incide en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023?

¿De qué modo afecta la resistencia a la flexión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023?

¿Cómo influye en el costo de elaboración del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para su uso en habitaciones urbanas en Los Olivos 2023?

## 1.6 Objetivos

### 1.6.1 Objetivo General

Determinar la influencia de la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble en el diseño del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023

### 1.6.2 Objetivo Específicos

Determinar el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

Determinar la influencia en la trabajabilidad del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

Determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

Determinar cómo influye la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble en el costo de elaboración del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para su uso en habilitaciones urbanas en Los Olivos, Lima, 2023.

## 1.7 Hipótesis

### 1.7.1 Hipótesis General

La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble influye significativamente en la resistencia a la compresión y flexión en el diseño de concreto  $f_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### 1.7.2 Hipótesis Específicas

Se determina con éxito el diseño de mezcla concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble influye significativamente en la trabajabilidad del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de caucho reciclado para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble altera significativamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble varia significativamente en la resistencia a la flexión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble influye significativamente en la reducción del costo de elaboración del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para aplicaciones en habilitaciones urbanas en el distrito de Los Olivos, Lima, 2023.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

Este estudio se basa en una metodología aplicada según Hernández (2014), ya que está enfocada en la mejora y generación de conocimientos prácticos. Su objetivo es evaluar el uso de viruta de árbol de roble como adición en la mezcla de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Los Olivos 2023.

#### 2.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental de tipo cuasiexperimental sigue todos los procedimientos de un ensayo tradicional, a excepción de la aleatorización de los sujetos en los grupos de estudio.

Aunque en los diseños cuasiexperimentales no se realiza aleatorización, estos comparten el mismo objetivo principal que los estudios experimentales: determinar si existe una relación causal entre dos o más variables (Stanley y Campbell, 1995).

#### 2.1.3 Nivel de investigación

Según Baptista et al. (2014), las tesis explicativas se enfocan en analizar y explicar la relación de causa y efecto entre las variables independientes (causas) y las variables dependientes (efectos).

En mi investigación, se busca explicar cómo la adición de diferentes concentraciones de viruta de árbol influye en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. Por lo tanto, la presente investigación tiene un nivel explicativo

#### 2.1.4 Enfoque de investigación

Según Cortés y Iglesias (2004), el enfoque cuantitativo se enfoca en la recopilación de datos para comprobar hipótesis, utilizando mediciones numéricas y análisis estadístico. Su

principal objetivo es identificar patrones de comportamiento y validar teorías a través del uso riguroso de datos numéricos y métodos estadísticos.

## 2.2 Operacionalización de variables

### Variable independiente

Viruta de árbol de roble (VAR)

### Variable Dependiente

Propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 1**  
*Matriz de Operacionalización de Variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable Independiente:</b> Viruta de árbol de roble	La viruta de árbol de roble se refiere a las partículas pequeñas o fibras derivadas del árbol de roble que se incorporan como aditivo al concreto.	Se utilizarán tres porcentajes diferentes: 0.5%, 1%, y 1.3% en peso respecto al peso total de cemento.	% de dosificación  Propiedades químicas	0.5% de VAR 1% de VAR 1.3% de VAR  Componentes químicos
<b>Variable Dependiente:</b> Propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .	Las propiedades mecánicas del concreto incluyen características como la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, medidas bajo una resistencia nominal de 210 kg/cm <sup>2</sup> .	Se evaluará la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión y flexión mediante pruebas estándar como la ASTM C39 y C78.	Propiedades mecánicas	Trabajabilidad Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión

**Nota:** Elaboración propia.

## 2.3 Población y muestra

Según Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), la población se refiere al conjunto completo de todos los casos que cumplen con ciertas especificaciones relevantes para los objetivos de la investigación. En cuanto a la muestra, esta se define como un subgrupo representativo de la población, seleccionado específicamente para su estudio, del cual se recolectan datos con el fin de extrapolar conclusiones válidas a toda la población.

### 2.3.1 Población

Según Carrasco (2006), la población se define como el conjunto total de unidades de análisis destinadas a la investigación en cuestión.

En esta investigación la población son todos los especímenes de concreto, 24 probetas cilíndricas y 24 viguetas de concreto con y sin adición de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas.

### 2.3.2 Muestra

Según Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista (2014), la muestra es un grupo seleccionado de manera representativa dentro de la población, utilizado para llevar a cabo un estudio y recopilar datos con el objetivo de hacer inferencias válidas que puedan generalizarse a toda la población.

En esta investigación la muestra fue no probabilística por lo que en cantidad la población y muestra son iguales. Se ha optado por un método de muestreo no probabilístico y no se ha empleado una fórmula estadística para calcular el tamaño de la muestra. Esta decisión se fundamenta en considerar los sujetos como representativos de casos típicos.

**Tabla 2**

*Distribución de las muestras para el ensayo a compresión*

Muestra/ Tiempo	Grupo de control	0.5%	1%	1.3%
7 días	02 und.	02 und.	02 und.	02 und.
14 días	02 und.	02 und.	02 und.	02 und.
28 días	02 und.	02 und.	02 und.	02 und.

*Nota:* Distribución de muestras por edades y porcentajes de cenizas.

#### Unidad de análisis

Probetas de concreto 150mmx300mm, ASTM C39.

Viguetas de concreto 15mmx15mmx50mm, ASTM C78.

**Tabla 3**  
*Distribución de las muestras para el ensayo a flexión*

<b>Muestra/ Tiempo</b>	<b>Grupo de control</b>	<b>0.5%</b>	<b>1%</b>	<b>1.3%</b>
7 días	02 und.	02 und.	02 und.	02 und.
14 días	02 und.	02 und.	02 und.	02 und.
28 días	02 und.	02 und.	02 und.	02 und.

**Nota:** Distribución de muestras por edades y porcentajes de cenizas.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección

### 2.4.1 Técnica de recolección de datos

La técnica utilizada incluye la observación detallada y la experimentación.

**La observación** se centra en evaluar el comportamiento de muestras de concreto en estado fresco (utilizando el cono de Abrams) y endurecido, mediante la recolección de datos en campo y la realización de ensayos directamente en el sitio.

Por otro lado, **la experimentación** implica analizar cómo las propiedades del concreto se ven afectadas por el uso de agregados provenientes de una cantera específica, evaluando principalmente la resistencia a la compresión y flexión.

### 2.4.2 Instrumento de recolección de datos

El instrumento empleado incluye la ficha de observación y las fichas técnicas de los ensayos experimentales (Baptista et al., 2014).

A través de la ficha de observación, se registran las condiciones y características observadas en campo del concreto en estado fresco y endurecido.

### 2.4.3 Validez

La validez se determina por la capacidad de inferir conclusiones precisas desde los resultados, basándose en la claridad sobre la variable medida y en la evaluación rigurosa de si las preguntas o ítems del instrumento capturan efectivamente esa variable (Baptista et al., 2014).

La validación de los instrumentos se realiza mediante la evaluación y la firma de expertos en el campo de investigación pertinente.

#### **2.4.4 Confiabilidad**

La confiabilidad se refiere a la consistencia y estabilidad con que un instrumento de medición mide una variable, asegurando resultados reproducibles y libres de errores aleatorios (Baptista et al., 2014).

La confiabilidad de los instrumentos utilizados en el laboratorio para llevar a cabo esta investigación se aseguró mediante su certificación de calibración de en Anexo 2.

## 2.5 Procedimiento

A continuación, se detalla la secuencia de actividades llevadas a cabo para cumplir cada objetivo de esta investigación.

### Desarrollo del objetivo 1

Determinar el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### RECOLECCIÓN DE VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE

**Identificación de Carpinterías:** Se identificaron diversas carpinterías ubicadas en el distrito de Los Olivos que utilizan madera de roble en sus procesos de producción.

**Visita a Carpinterías:** Se realizaron visitas a las carpinterías seleccionadas para establecer contacto con los propietarios y explicarles el propósito de la recolección de viruta.

**Obtención de Viruta:** Se acordó con los dueños de las carpinterías la recolección de viruta de roble, la cual es considerada un desecho sin valor para ellos, se procedió a recoger la viruta directamente en las instalaciones de las carpinterías.

### Figura 1

*Recolección de la viruta de árbol de roble*



*Nota.* Elaboración propia

**Transporte y Almacenamiento:** La viruta recolectada se transportó en sacos o contenedores adecuados hasta el laboratorio de materiales. Una vez en el laboratorio, la viruta se almacenó en condiciones controladas para evitar la contaminación y mantener su calidad.

## ENSAYOS A LOS AGREGADOS

Los ensayos a los agregados son cruciales porque determinan sus propiedades físicas y mecánicas, asegurando su calidad y adecuación para producir concreto durable y resistente. Estos ensayos garantizan que los agregados cumplan con los estándares requeridos, optimizando la mezcla y el desempeño estructural del concreto en proyectos de construcción.

### 1. Ensayo granulométrico

La Norma Técnica Peruana NTP 400.012 se refiere al ensayo granulométrico de suelos. Este ensayo es fundamental para determinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra de suelo, lo cual es crucial para comprender sus propiedades y comportamiento.

**Recolección de Muestras:** Se obtiene una muestra representativa de los agregados (arena, grava) del sitio de almacenamiento o suministro, con cantidades adecuadas para realizar los ensayos: generalmente entre 500 g y 1 kg para agregados finos, y de 5 a 10 kg para agregados gruesos.

### Figura 2

*Extracción de muestras - Ensayo granulométrico*



*Nota.* Elaboración propia

**Secado de Muestras:** Si la muestra está húmeda, se seca en un horno a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta alcanzar un peso constante. Esto es especialmente importante para obtener resultados precisos.

**Figura 3**  
*Secado de muestras - Ensayo granulométrico*



*Nota.* Elaboración propia

### Equipos

- Juego de tamices (serie ASTM o equivalente) con tamaños apropiados para la muestra.
- Balanza con una precisión adecuada para el tamaño de la muestra.
- Agitador de tamices (opcional).
- Recipiente para contener y pesar las fracciones de los agregados.

### Procedimiento

Se pesa la muestra seca y se anota el peso total (peso inicial). Se coloca la muestra en la parte superior de una serie de tamices ordenados por tamaño decreciente, desde el tamiz más grueso hasta el más fino. Se agitan los tamices manualmente o con un agitador de tamices durante un tiempo específico (generalmente entre 10 y 15 minutos) para asegurar que las partículas se separen correctamente.

**Figura 4**  
*Ensayo granulométrico*



*Nota.* Elaboración propia

Después del tamizado, se pesa la cantidad de material retenido en cada tamiz y se anotan los resultados. Se limpia cuidadosamente cada tamiz antes de proceder al siguiente para asegurar que no queden partículas adheridas que puedan afectar el resultado.

**Figura 5**  
*Cálculo del material retenido - Ensayo granulométrico*



*Nota.* Elaboración propia

Se calcula el porcentaje de material retenido y porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz restando el porcentaje retenido acumulado del 100%. Finalmente, se grafica el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz frente al tamaño de los tamices en una escala semilogarítmica para obtener la curva granulométrica.

## 2. Ensayo de peso unitario

En la NTP 400.017 se define el método para calcular el peso unitario de suelos en campo mediante el método del cilindro o recipiente volumétrico. se encuentra.

### Materiales y Equipos

- Cilindro volumétrico.
- Balanza de precisión.
- Bandeja para la muestra.
- Herramientas para compactación.

### Procedimiento

**Recolección de Muestras:** Se obtiene una muestra representativa de los agregados (arena, grava) del sitio de almacenamiento o suministro, con cantidades adecuadas para realizar los ensayos: generalmente entre 500 g y 1 kg para agregados finos, y de 5 a 10 kg para agregados gruesos.

### Figura 6

*Extracción de muestras – Ensayo peso unitario*



*Nota.* Elaboración propia

**Secado de Muestras:** Si la muestra está húmeda, se seca en un horno a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta alcanzar un peso constante. Esto es especialmente importante para obtener resultados precisos.

**Figura 7**  
*Secado de muestras - Ensayo peso unitario*



*Nota.* Elaboración propia

**Peso Unitario Suelto**

**Preparación del cilindro volumétrico:** Se limpia y seca el cilindro volumétrico.

Luego, se llena con el agregado suelto hasta tres cuartas partes de su capacidad, asegurando una distribución uniforme y sin vacíos de aire.

**Figura 8**  
*Ensayo de peso unitario suelto*



*Nota.* Elaboración propia

**Medición del peso y volumen del cilindro con agregado:** Pesamos el cilindro con la muestra de agregado, inmediatamente registramos el volumen total ocupado por el agregado en el cilindro.

**Figura 9**  
Medición del peso unitario suelto



*Nota.* Elaboración propia

**Peso Unitario Compactado**

**Compactación del agregado:** Compactamos el agregado en el cilindro usando un pisón estándar o martillo de compactación, aplicando golpes uniformes por capa y usando una varilla para distribución uniforme.

**Figura 10**  
*Ensayo de peso unitario compactado*

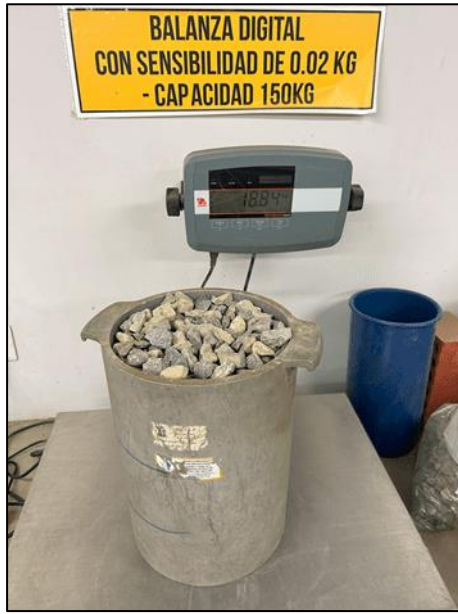


*Nota.* Elaboración propia

**Medición del peso y volumen del cilindro con agregado compactado:** Pesamos el cilindro con el agregado compactado. Asu vez registramos el volumen total ocupado por el agregado compactado en el cilindro.

**Figura 11**

*Medición del peso unitario compactado*



*Nota.* Elaboración propia

### 3. Ensayo de peso específico y absorción

Se llevó a cabo conforme a la Norma NTP 400.021 y 400.022, que establece un método de ensayo estandarizado para medir la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregados finos.

#### Agregado grueso

#### Aparatos:

- Horno
- Recipiente para muestra
- Tanque de agua

#### Procedimiento

**Recolección de Muestras:** Se obtiene una muestra representativa de los agregados (arena, grava) del sitio de almacenamiento o suministro, con cantidades adecuadas para realizar los ensayos: generalmente entre 500 g y 1 kg para agregados finos, y de 5 a 10 kg para agregados gruesos.

#### Figura 12

*Extracción de muestras – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

**Secado de Muestras:** Si la muestra está húmeda, se seca en un horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  hasta alcanzar un peso constante. Esto es especialmente importante para obtener resultados precisos.

**Figura 13**

*Secado de muestras – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

**Saturación de la muestra:** Sumergimos la muestra en agua a temperatura ambiente durante un período de 24 horas  $\pm$  4 horas. Posteriormente, se seca con paños absorbentes hasta eliminar todas las partículas de agua.

**Figura 14**

*Saturación del agregado grueso – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

**Determinación del volumen saturado superficial y volumen sumergido en agua:** Se sumerge completamente la muestra saturada en agua a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  durante aproximadamente 16 horas. Retirar la muestra, eliminar el exceso de agua de la superficie y medir el volumen de agua desplazada por la muestra sumergida en el recipiente.

**Figura 15**

*Determinación del volumen saturado superficial – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

**Cálculo de las propiedades:** Calcular la densidad de la muestra seca utilizando la masa y el volumen seco. Calcular la densidad relativa (gravedad específica) utilizando la masa en seco y el volumen sumergido en agua.

**Figura 16**

*Absorción del agregado grueso – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

## Agregado fino

### Procedimiento:

**Saturación de la muestra:** Dejamos que se enfríe a temperatura apropiada de manipulación, luego cubrimos con agua, dejamos reposar durante 24 h ± 4 h. Decantamos el agua con cuidado para evitar la pérdida de finos, extendemos la muestra sobre una superficie plana no absorbente y lo secamos con una corriente suave de aire caliente.

### Figura 17

*Saturación de la muestra agregado fino – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

Colocamos parte de la muestra parcialmente seca en el molde, llenándolo hasta arriba, y compactamos con 25 golpes usando una barra que cae libremente por la gravedad en cada golpe.

### Figura 18

*Apisonado del agregado fino – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

Llenamos parcialmente un picnómetro con agua y añadimos 500 g de agregado fino seco superficialmente. Completamos con agua hasta el 90% de su capacidad, luego medimos las masas del picnómetro, el agregado y el agua.

**Figura 19**

*Picnómetro con agua y agregado fino – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

Vaciamos en un recipiente y secar en el horno a temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , luego enfriar en aire a temperatura ambiente durante  $1\text{ h} \pm 1/2\text{ h}$ , realizamos los cálculos.

**Figura 20**

*Absorción del agregado fino – Ensayo de peso específico*



*Nota.* Elaboración propia

## PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE CONCRETO

### Diseño de Mezclas

Tras realizar los ensayos de los agregados destinados a su uso, se procede a formular la mezcla para alcanzar una resistencia especificada de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, siguiendo el método del Comité 211 del ACI, edición 10. Se diseñaron mezclas de concreto con una resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, incorporando viruta de roble en tres proporciones distintas: 0.5%, 1% y 1.3% del volumen total de la mezcla.

La proporción de cemento, arena, grava y ceniza de hueso de melocotón se determinó de acuerdo con el diseño, considerando las características de los agregados previamente calculadas. La Tabla 4 resume los resultados de los ensayos realizados para evaluar estas características de los agregados.

**Tabla 4**  
*Características de los agregados*

Agregados	Fino	Grueso
Perfil		Angular
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1833,51	1343,92
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1910,78	1483,60
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2,70	2,51
Módulo de Fineza	2,98	-
TM	-	1/2"
% abs	0,79	0,97
% w	0,25	0,70

*Nota.* Elaboración propia

### Mezclado

Se prepararon las mezclas de concreto en el laboratorio siguiendo las proporciones establecidas. Se utilizaron métodos estándar de mezclado para asegurar una distribución homogénea de la viruta en la mezcla de concreto.

### Elaboración del concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Se realizó el diseño de mezcla para un concreto estándar con una resistencia objetivo de  $210 \text{ kg/cm}^2$  según el método del ACI.

**Figura 21**

*Mezclado de concreto patrón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$*



*Nota.* Elaboración propia

### Elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$ de VAR

Se realizó el diseño de mezcla para un concreto estándar con una resistencia objetivo de  $210 \text{ kg/cm}^2$  con adición 0.5% de VAR según el método ACI.

**Figura 22**

*Mezclado de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de VAR*



*Nota.* Elaboración propia

### Elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 1\%$ de VAR

Se realizó el diseño de mezcla para un concreto estándar con una resistencia objetivo de  $210 \text{ kg/cm}^2$  con adición 1% de VAR de según el método del ACI.

**Figura 23**

*Mezclado de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de VAR*



*Nota.* Elaboración propia

### Elaboración del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 1.3\%$ de VAR

Se realizó el diseño de mezcla para un concreto estándar con una resistencia objetivo de  $210 \text{ kg/cm}^2$  con adición 1.3% de VAR según el método del ACI.

**Figura 24**

*Mezclado de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de VAR*



*Nota.* Elaboración propia

## Desarrollo del objetivo 2

Identificar la influencia en la trabajabilidad del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### ENSAYO DE ASENTAMIENTO

El proceso de asentamiento del concreto implica colocar una muestra en un molde cónico, compactarla con varillas, y luego retirar el molde para medir la distancia vertical entre la posición inicial y donde el concreto se asienta.

Esta medida se toma en el centro de la superficie superior del concreto y sirve para evaluar su capacidad de ser trabajado fácilmente.

#### **Asentamiento concreto patrón $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>**

El molde se asegura y se llena con concreto en tres capas, compactándolo con 25 golpes. Tras retirar el molde, se mide la diferencia de altura para evaluar el asentamiento y la trabajabilidad del concreto fresco.

#### **Figura 25**

*Ensayo de asentamiento concreto patrón*



*Nota.* Elaboración propia

### Asentamiento concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$ de VAR

El molde se fija con seguridad antes de llenarlo con concreto en tres capas, compactándolo mediante 25 golpes. Una vez retirado el molde, se procede a medir la diferencia de altura para evaluar tanto el asentamiento como la manejabilidad del concreto fresco.

**Figura 26**

*Ensayo de asentamiento concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 0.5\%$  de VAR*



*Nota.* Elaboración propia

### Asentamiento concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 1\%$ de VAR

Del mismo modo, el molde se asegura y se llena con concreto en tres capas, compactándolo con 25 golpes. Tras retirar el molde, se mide la diferencia de altura para evaluar el asentamiento y la trabajabilidad del concreto fresco.

**Figura 27**

*Ensayo de asentamiento concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2 + 1\%$  de VAR*



*Nota.* Elaboración propia

### Asentamiento concreto $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + 1.3% de VAR

Igualmente, se asegura el molde y se vierte el concreto en tres capas, compactándolo con 25 golpes. Después de retirar el molde, se toma la medida de la diferencia de altura para evaluar el asentamiento y la facilidad de manejo del concreto recién preparado.

#### Figura 28

*Ensayo de asentamiento concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> + 1% de VAR*



*Nota.* Elaboración propia

### Desarrollo del objetivo 3

Determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### ELABORACIÓN DE ESPECIMENES CILINDRICOS Y PRISMATICOS

La elaboración de especímenes cilíndricos y prismáticos implica fabricar muestras de concreto en forma de cilindros y prismas mediante un proceso estandarizado que incluye el moldeado del concreto fresco, su compactación y el curado controlado. Estas muestras se preparan para evaluar sus propiedades mecánicas y resistencia.

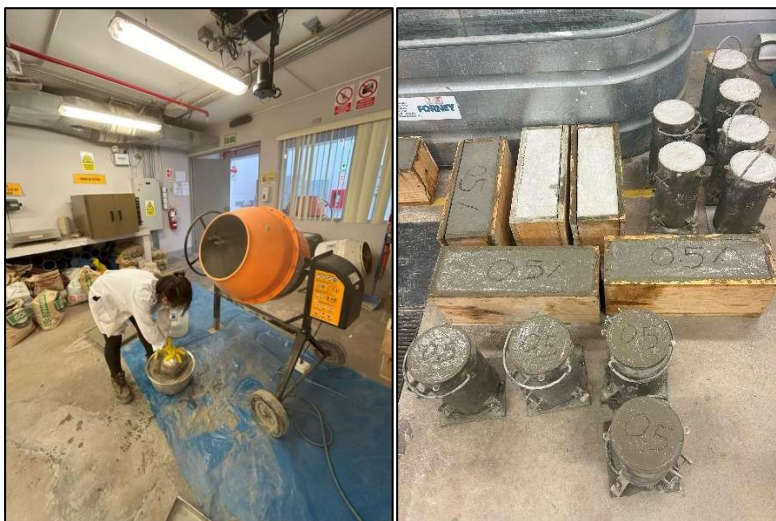
#### Aparatos:

- Moldes cilíndricos, martillo de goma
- Mezcladora de concreto
- Varilla para compactar

Se prepararon muestras cilíndricas de concreto de dimensiones 15x30 cm según la norma ASTM C39. Estas muestras se sometieron a procesos de curado durante períodos de 7, 14 y 28 días, para ser ensayados según la NTP 339.034.

#### Figura 29

*Elaboración de cilindros de concreto patrón 15x30cm para ensayo de compresión*



*Nota.* Elaboración propia

Se fabricaron cilindros de concreto con dimensiones de 15x30 cm según lo especificado en la norma ASTM C39. Estos cilindros fueron sometidos a procesos de curado durante 7, 14 y 28 días para su posterior ensayo de acuerdo con las directrices establecidas en la NTP 339.034.

**Figura 30**

*Elaboración de cilindros de concreto + 0.5% de VAR 15x30cm para ensayo de compresión*



*Nota.* Elaboración propia

Se realizaron muestras cilíndricas de concreto de tamaño 15x30 cm conforme a las normas de la ASTM C39. Estos especímenes fueron sometidos a períodos de curado de 7, 14 y 28 días antes de ser evaluados según lo estipulado en la NTP 339.034.

**Figura 31**

*Elaboración de cilindros de concreto + 1% de VAR 15x30cm para ensayo de compresión*



*Nota.* Elaboración propia

Se elaboraron cilindros de concreto de dimensiones 15x30 cm según las especificaciones de la norma ASTM C39. Estas muestras fueron sometidas a procesos de curado durante 7, 14 y 28 días para su posterior evaluación conforme a los requisitos de la NTP 339.034.

### Figura 32

*Elaboración de cilindros de concreto + 1.3% de VAR 15x30cm para ensayo de compresión*



*Nota.* Elaboración propia

## ENSAYO DE COMPRESION

El procedimiento implica aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados a una velocidad dentro de un intervalo especificado hasta que ocurra la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga máxima registrada durante el ensayo por el área de la sección transversal del espécimen.

### Equipamiento

- Máquina para ensayos

Se aseguró que los cilindros no perdieran humedad durante el proceso de curado y se llevaron a cabo los ensayos en condiciones húmedas inmediatamente después de ser retirados del almacenamiento. Todos los cilindros destinados a un mismo tiempo de ensayo serán fracturados dentro del tiempo permitido.

Se realizaron ensayos de compresión en los especímenes cilíndricos de concreto patrón a las edades de 7, 14 y 28 días en el laboratorio de la UPN. Los datos obtenidos fueron posteriormente tabulados para su análisis.

**Figura 33**

*Rotura de cilindros de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

En el laboratorio de la UPN se llevaron a cabo pruebas de compresión en muestras cilíndricas de concreto estándar a los 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados obtenidos fueron luego organizados en tablas para su posterior análisis.

**Figura 34**

*Rotura de cilindros de concreto + 0.5% de VAR a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

En el laboratorio de la UPN se llevaron a cabo pruebas de compresión en los especímenes cilíndricos de concreto estándar a las edades de 7, 14 y 28 días. Posteriormente, los resultados obtenidos fueron organizados en tablas para su análisis detallado.

**Figura 35**

*Rotura de cilindros de concreto +1% de VAR a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

En el laboratorio de la UPN se llevaron a cabo pruebas de compresión en muestras cilíndricas de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados obtenidos fueron luego organizados en tablas y representados gráficamente.

**Figura 36**

*Rotura de cilindros de concreto + 1.3% de VAR a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

#### Desarrollo del objetivo 4

Determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

#### ENSAYO DE FLEXIÓN

La Norma Técnica Peruana (NTP) 339.079 establece procedimientos para realizar ensayos de flexión en materiales, determinando su resistencia y comportamiento bajo cargas perpendiculares. Esta norma asegura resultados precisos y comparables, cruciales para la seguridad y durabilidad de las estructuras en ingeniería peruana.

#### Equipamiento

- Máquina para ensayos

Se aseguró que las vigas mantuvieran su humedad durante el curado y se realizaron los ensayos en condiciones húmedas tras su retirada del almacenamiento. Todas las vigas se fracturaron dentro del tiempo permitido para cada ensayo.

El ensayo de flexión de las vigas de concreto se realizó a los 7, 14 y 28 días en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte (UPN). Los datos obtenidos fueron representados en tablas, porcentajes, y gráficos para su análisis.

#### Figura 37

*Rotura de vigas de concreto patrón a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

Se llevaron a cabo pruebas de flexión en vigas de concreto a los 7, 14 y 28 días en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte (UPN). Los resultados recolectados se presentaron en tablas, porcentajes y gráficos para su posterior análisis.

**Figura 38**

*Rotura de vigas de concreto + 0.5 de VAR a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

Se realizaron ensayos de flexión en vigas de concreto a los 7, 14 y 28 días en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte (UPN). Los datos recopilados se representaron en tablas, porcentajes y gráficos para su análisis detallado.

**Figura 39**

*Rotura de vigas de concreto +1% de VAR a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

Se realizaron pruebas de flexión en vigas de concreto a intervalos de 7, 14 y 28 días en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte (UPN). Posteriormente, los resultados obtenidos se presentaron de manera organizada mediante tablas, porcentajes y gráficos para facilitar su análisis.

**Figura 40**

*Rotura de vigas de concreto +1.3% de VAR a los 7, 14 y 28 días*



*Nota.* Elaboración propia

## Desarrollo del objetivo 5

Determinar cómo influye la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble en el costo de elaboración del concreto f<sup>c</sup>=210 kg/cm<sup>2</sup> para su uso en habilitaciones urbanas en Los Olivos, Lima, 2023.

### COSTO DE PRODUCCION DE LA VIRUTA

Para obtener el costo de la viruta de árbol de roble, se ha realizado un análisis de precios unitarios tomando como referencia los costos de la zona y las revistas de costos.

**Tabla 5**

*Análisis de Precios Unitario de la Viruta de Árbol de Roble*

COSTO DE PRODUCCION DE VIRUTA POR KILOGRAMO					
PARTIDA	VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE				
	100	kg/DIA	PRECIO TOTAL:		
RENDIMIENTO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PARCIAL	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
PEON	hh	0.1	0.008	18.65	S/ 0.15
<b>MATERIALES</b>					
BOLSAS O COSTALILLO	und		1	0.3	S/ 0.00
<b>EQUIPOS</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	S/ 0.15	S/ 0.01
TRITURADORA	hm	0.5	0.04	S/ 5.00	S/ 0.20
					<b>S/ 0.21</b>

**Nota:** Análisis de Precios Unitario de la Ceniza de Hueso de Melocotón

Este análisis de precios permite determinar el costo del concreto por m<sup>3</sup> con y sin la adición de viruta de roble. Luego, se puede realizar una comparación de los costos para evaluar el impacto de este aditivo en la reducción de costos.

## 2.6 Análisis de datos

La estadística inferencial analiza una muestra de datos para extraer conclusiones que se aplican al conjunto total mediante inferencias (Baptista et al., 2014).

Para el análisis de datos, se llevará a cabo un análisis estadístico inferencial. Los resultados de las pruebas se recopilarán utilizando Microsoft Excel y el software SPSS Statistics Base V.29.0.2, lo que permitirá procesar, tabular e interpretar los datos. Luego, estos datos serán comparados para validar las hipótesis de la investigación.

## 2.7 Aspectos éticos

Todas las fuentes analizadas y mencionadas en esta investigación han sido citadas y referenciadas conforme a los estándares de la 7<sup>a</sup> edición de la APA, para respetar la autoría de los investigadores. Además, se garantiza la veracidad de los resultados obtenidos en esta investigación, asegurando que no han sido alterados.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

En esta sección, llevaremos a cabo un análisis estadístico de los resultados utilizando las pruebas obtenidas en los ensayos para validar las hipótesis específicas según los objetivos propuestos. Esto se realizará mediante pruebas de hipótesis para evaluar la significancia de nuestras conclusiones y confirmar los hallazgos en relación con las expectativas planteadas inicialmente.

Para el **primer objetivo**, determinar el diseño de mezcla del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### Hipótesis específica 1

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** No se pudo determinar un diseño de mezcla concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** Se determina con éxito el diseño de mezcla concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### Figura 41

*Diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol*



*Nota.* Elaboración propia

Se logro con éxito la determinación de un diseño de mezcla de un concreto tradicional con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas.

Para el **segundo objetivo**, identificar la influencia en la trabajabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### Hipótesis específica 2

**Hipótesis Nula (Ho):** La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble no influye significativamente en la trabajabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de caucho reciclado para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

**Hipótesis Alterna (Ha):** La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble influye significativamente en la trabajabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de caucho reciclado para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

**Tabla 6**  
*Resultados del ensayo de asentamiento del diseño patrón*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	SLUMP
Diseño P.	8:50 AM	3 1/2"
Diseño P.	9:20 AM	3"
Diseño P.	9:50 AM	2 1/2"
Diseño P.	10:20 AM	2"
Diseño P.	10:50 AM	1 1/2"

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 7**  
*Resultados del ensayo de asentamiento del diseño 0.5% V.A.R*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	SLUMP
Diseño 0.5% V.A.R	10:30 AM	3 1/2"
Diseño 0.5% V.A.R	11:00 AM	3"
Diseño 0.5% V.A.R	11:30 AM	2 1/2"

Diseño 0.5% V.A.R	12:00 AM	2"
Diseño 0.5% V.A.R	12:30 AM	2"

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 8**

*Resultados del ensayo de asentamiento del diseño 1% V.A.R*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	SLUMP
Diseño 1% V.A.R	10:40 AM	3 1/2"
Diseño 1% V.A.R	11:10 AM	3"
Diseño 1% V.A.R	11:40 AM	2 1/2"
Diseño 1% V.A.R	12:10 PM	2 1/2"
Diseño 1% V.A.R	12:40 PM	2"

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 9**

*Resultados del ensayo de asentamiento del diseño 1.3% V.A.R*

IDENTIFICACIÓN	HORA DE ENSAYO	SLUMP
Diseño 1.3% V.A.R	1:30 PM	3 1/2"
Diseño 1.3% V.A.R	2:00 PM	3"
Diseño 1.3% V.A.R	2:30 PM	2 1/2"
Diseño 1.3% V.A.R	3:00 PM	2"
Diseño 1.3% V.A.R	3:30 PM	1 1/2"

*Nota:* Laboratorio UPN.

### Estadístico de Prueba

La trabajabilidad es una variable cuantitativa que se ve afectada por dos variables independientes: el tipo de diseño y el tiempo, ambos clasificados de manera ordinal. El objetivo es determinar si estos factores tienen un impacto significativo en la trabajabilidad, utilizando un diseño de análisis de varianza de dos factores. Se aplicará ANOVA para probar la hipótesis, y la prueba post hoc de Bonferroni se usará para identificar cuál diseño influye más en la trabajabilidad.

### Consideraciones de las pruebas:

En todas las pruebas, se considerará un nivel de significancia de 0.05, lo que significa que rechazaremos la hipótesis nula si el valor de significancia obtenido es menor o igual a este umbral. El nivel de significancia representa el máximo error que estamos dispuestos a cometer al rechazar incorrectamente la hipótesis nula.

### **Análisis inferencial para la trabajabilidad en el tiempo:**

La tabla 7, 8 y 9 se presenta los datos obtenidos de los ensayos de trabajabilidad en Slump realizados en el laboratorio.

**Tabla 10**

*Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión*

ANOVA					
	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	16,275 <sup>a</sup>	19	,857	48,258	,000
Intersección	265,225	1	265,225	14942,254	,000
VAR_DISEÑO	,275	3	,092	5,164	,008
VAR_TIEMPO	15,400	4	3,850	216,901	,000
VAR_DISEÑO * VAR_TIEMPO	,600	12	,050	2,817	,020
Error	,355	20	,018		
Total	281,855	40			
Total corregido	16,630	39			

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

Los resultados indican que el valor de significancia (p-valor) del modelo es 0.000, que es menor que 0.05, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa planteada, sugiriendo que existen diferencias significativas en la trabajabilidad. Además, tanto la interacción entre los dos factores como sus efectos individuales son significativos, dado que los valores de significancia de las pruebas son menores a 0.05. A continuación, se utilizará la prueba post hoc de Bonferroni para identificar las diferencias específicas donde estas significancias ocurren.

## Prueba Post Hoc de Bonferroni

**Tabla 11**

*Prueba Post Hoc de Bonferroni*

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: TRABAJABILIDAD SLUM						
Bonferroni						
(I) FACTORES O TRATAMIENTOS	(J) FACTORES O TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Diseño Patrón	Diseño 1: 0.5% VAR	-,1000	,05958	,653	-,2744	,0744
	Diseño 2: 1% VAR	-,2000*	,05958	,019	-,3744	-,0256
	Diseño 3: 1.3% VAR	,0000	,05958	1,000	-,1744	,1744
Diseño 1: 0.5% VAR	Diseño Patrón	,1000	,05958	,653	-,0744	,2744
	Diseño 2: 1% VAR	-,1000	,05958	,653	-,2744	,0744
	Diseño 3: 1.3% VAR	,1000	,05958	,653	-,0744	,2744
Diseño 2: 1% VAR.	Diseño Patrón	,2000*	,05958	,019	,0256	,3744
	Diseño 1: 0.5% VAR	,1000	,05958	,653	-,0744	,2744
	Diseño 3: 1.3% VAR	,2000*	,05958	,019	,0256	,3744
Diseño 3: 1.3% VAR	Diseño Patrón	,0000	,05958	1,000	-,1744	,1744
	Diseño 1: 0.5% VAR	-,1000	,05958	,653	-,2744	,0744
	Diseño 2: 1% VAR	-,2000*	,05958	,019	-,3744	-,0256

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática(Error) = ,018.  
\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Según los resultados de la prueba de Bonferroni para el efecto de los diseños o tratamientos, se observa que existe una diferencia significativa en la trabajabilidad entre el diseño patrón y el diseño con un 1% de viruta de árbol de roble (VAR), ya que el valor de significancia (p-valor) es 0.019, menor que 0.05. En contraste, no se encontraron diferencias significativas con los otros diseños. Además, en comparación con el diseño 2, se nota que la diferencia en medias (I-J) es negativa, indicando que la trabajabilidad del diseño patrón es significativamente menor que la del diseño 2. Esto confirma un efecto significativo en la

trabajabilidad al agregar parcialmente un 1% de viruta de árbol de roble a un concreto tradicional con resistencia  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en Los Olivos 2023.

**Tabla 12**  
*Efecto de los tiempos en la trabajabilidad*

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: TRABAJABILIDAD						
Bonferroni						
(I) TIEMPO DE MEDICIÓN	(J) TIEMPO DE MEDICIÓN	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Inicial t=0	t = 30 min	,5000*	,06661	,000	,2899	,7101
	t = 60 min	1,0000*	,06661	,000	,7899	1,2101
	t = 90 min	1,3750*	,06661	,000	1,1649	1,5851
	t = 120 min	1,7500*	,06661	,000	1,5399	1,9601
t = 30 min	Inicial t=0	-,5000*	,06661	,000	-,7101	-,2899
	t = 60 min	,5000*	,06661	,000	,2899	,7101
	t = 90 min	,8750*	,06661	,000	,6649	1,0851
	t = 120 min	1,2500*	,06661	,000	1,0399	1,4601
t = 60 min	Inicial t=0	-1,0000*	,06661	,000	-1,2101	-,7899
	t = 30 min	-,5000*	,06661	,000	-,7101	-,2899
	t = 90 min	,3750*	,06661	,000	,1649	,5851
	t = 120 min	,7500*	,06661	,000	,5399	,9601
t = 90 min	Inicial t=0	-1,3750*	,06661	,000	-1,5851	-1,1649
	t = 30 min	-,8750*	,06661	,000	-1,0851	-,6649
	t = 60 min	-,3750*	,06661	,000	-,5851	-,1649
	t = 120 min	,3750*	,06661	,000	,1649	,5851
t = 120 min	Inicial t=0	-1,7500*	,06661	,000	-1,9601	-1,5399
	t = 30 min	-1,2500*	,06661	,000	-1,4601	-1,0399
	t = 60 min	-,7500*	,06661	,000	-,9601	-,5399
	t = 90 min	-,3750*	,06661	,000	-,5851	-,1649

De los resultados para el factor tiempo podemos observar en comparación al tiempo inicial, que si existe diferencias significativas en la trabajabilidad a través de que pasa el tiempo debido a que los valores sig de la prueba son iguales a 0.000 y es menor que 0.05, también podemos observar que la diferencia de medias es positiva, esto quiere decir que la trabajabilidad

va disminuyendo progresivamente, por lo tanto, existe un efecto en la eficiencia de la trabajabilidad con respeto al diseño tradicional, a medida que pasa el tiempo.

Para el **tercer objetivo**, determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### **Hipótesis específica 3**

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble no altera significativamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble altera significativamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

### **Análisis inferencial**

Para evaluar si el tipo de diseño influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto, se utilizará un análisis de varianza de un factor (ANOVA). En este análisis, la resistencia a la compresión es la variable dependiente cuantitativa, mientras que el tipo de diseño, con cuatro niveles categóricos ordinales, es la variable independiente.

El propósito es determinar si los diferentes tipos de diseño afectan significativamente la resistencia a la compresión. Si el resultado del ANOVA indica diferencias significativas, se procederá con la prueba post hoc de rango de Tukey. Esta prueba permitirá comparar cada diseño con los demás, identificando cuál de ellos tiene el mayor efecto significativo en comparación con el diseño tradicional.

En resumen, se empleará un ANOVA de un factor para comprobar si hay diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre los distintos diseños de mezcla. Si se

confirma un efecto significativo, la prueba de rango de Tukey ayudará a determinar cuál diseño ofrece la mejor resistencia frente al diseño tradicional.

### **Análisis inferencial para la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días:**

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la resistencia a la compresión obtenidos en el laboratorio, basados en nuestra muestra.

**Tabla 13**

*Resultados del ensayo resistencia a la compresión a los 7 días*

<b>Descripción</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Diseño Patrón N° 1	161.75
Diseño Patrón N° 2	171.13
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	121.42
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	118.56
Diseño Patrón + 1% de VAR	97.08
Diseño Patrón + 1% de VAR	77.40
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	115.53
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	111.03

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 14**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días*

<b>Descripción</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Diseño Patrón N° 1	175.46
Diseño Patrón N° 2	175.92
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	138.52
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	134.53
Diseño Patrón + 1% de VAR	101.22
Diseño Patrón + 1% de VAR	90.34
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	111.34
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	115.33

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 15**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días*

<b>Descripción</b>	<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Diseño Patrón N° 1	225.83
Diseño Patrón N° 2	196.49
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	139.11

Diseño Patrón + 0.5% de VAR	146.07
Diseño Patrón + 1% de VAR	112.78
Diseño Patrón + 1% de VAR	116.57
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	127.27
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	115.30

*Nota:* Laboratorio UPN.

### Prueba de Normalidad

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** Los datos provienen de una distribución normal (si el valor de significancia es mayor que  $\alpha$ ).

**Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>):** Los datos no provienen de una distribución normal (si el valor de significancia es menor o igual a  $\alpha$ ).

Consideraciones para las pruebas:

Se realizarán pruebas de hipótesis para cada tiempo de curado (7, 14 y 28 días) utilizando un nivel de significancia de 0.05. La hipótesis nula será aceptada si el valor de significancia de la prueba es mayor que el nivel de significancia asumido.

**Tabla 16**

*Prueba de Normalidad para las muestras del ensayo de resistencia a la compresión*

	PRUEBA DE NORMALIDAD					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión a los 7 días	.258	8	.125	.851	8	.098
Resistencia a la compresión a los 14 días	.171	8	.200	.905	8	.320
Resistencia a la compresión a los 28 días	.306	8	.027	.780	8	.077

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

Según los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk, los valores de significancia (sig) obtenidos para la resistencia a la compresión de todos los diseños y para cada periodo de curado (7, 14 y 28 días) son mayores a 0.05. De acuerdo con la regla de decisión establecida, esto nos

lleva a no rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, podemos concluir que todos los datos para cada diseño exhiben una distribución normal, considerando un nivel de significancia del 5%.

Ahora, dado que también se ha confirmado la normalidad de los datos, procederemos con la prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 17**  
*Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión*

ANOVA						
		Suma de	gl	Media	F	Sig.
		cuadrados		cuadrática		
Resistencia a la compresión a los 7 días	Entre grupos	5642.941	3	1880.980	156.927	<.001
	Dentro de grupos	47.945	4	11.986		
	Total	5690.887	7			
Resistencia a la compresión a los 14 días	Entre grupos	6365.321	3	2121.774	321.467	<.001
	Dentro de grupos	26.401	4	6.600		
	Total	6391.722	7			
Resistencia a la compresión a los 28 días	Entre grupos	14081.834	3	4693.945	404.067	<.001
	Dentro de grupos	46.467	4	11.617		
	Total	14128.301	7			

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de un factor indican que, con un nivel de significancia del 5%, hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula en todas las edades. Los valores de significancia (sig) entre los grupos son menores a 0.05, lo que sugiere diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión del diseño estándar y al menos uno de los diseños experimentales. Dado que se ha confirmado previamente la igualdad de varianzas, se procederá a aplicar la prueba post hoc de Tukey.

**Tabla 18**  
*Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 7 días*

Resistencia a la compresión a los 7 días				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Resistencia a la compresión a los 7 días	Subconjunto para alfa = 0.05			
	N	1	2	3

Diseño patrón +1% de VAR	2	95.2900		
Diseño patrón +1.3% de VAR	2	107.2700	107.2700	
Diseño patrón +0.5% de VAR	2		119.9900	
Diseño patrón	2			165.4400
Sig.		.083	.069	1.000

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

La adición de viruta de árbol de roble (VAR) en las proporciones evaluadas tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, el diseño patrón sin VAR mostró la mayor resistencia, indicando que estas proporciones de VAR no mejoran la resistencia del concreto comparado con el diseño patrón. El diseño con 0.5% de VAR presentó una resistencia intermedia, mejor que los diseños con 1% y 1.3% de VAR, pero aún inferior al diseño patrón. Estos resultados sugieren la necesidad de evaluar otras proporciones o métodos de incorporación de VAR para encontrar una cantidad óptima que mejore la resistencia a la compresión.

### Tabla 19

*Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 14 días*

<b>Resistencia a la compresión a los 14 días</b>					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Resistencia a la compresión a los 14 días	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Diseño patrón +1% de VAR	2	98.4600			
Diseño patrón +1.3% de VAR	2		117.3350		
Diseño patrón +0.5% de VAR	2			136.5250	
Diseño patrón	2				174.6900
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

En la prueba post hoc de Tukey para evaluar la resistencia a la compresión a los 14 días de diferentes diseños de mezcla de concreto con adiciones de viruta de árbol de roble en proporciones variadas (0.5%, 1%, y 1.3%), se encontró que el diseño patrón sin adiciones tenía la mayor resistencia (174.6900), seguido por el diseño con 0.5% de VAR (136.5250). Los

diseños con 1% (98.4600) y 1.3% (117.3350) de VAR mostraron resistencias menores. Sin embargo, todas estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p = 1.000$ ), lo que sugiere que las adiciones de VAR no afectan de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el diseño patrón.

**Tabla 20**

*Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 28 días*

<b>Resistencia a la compresión a los 28 días</b>					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
Resistencia a la compresión a los 28 días	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Diseño patrón +1% de VAR	2	114.6750			
Diseño patrón +1.3% de VAR	2		128.7650		
Diseño patrón +0.5% de VAR	2			143.0850	
Diseño patrón	2				222.9150
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

En la Tabla 13 presenta los resultados de la prueba post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión a los 28 días, comparando diferentes patrones de diseño con variaciones en el porcentaje de VAR (Relación de Agregado Volumétrico). Se evaluaron cuatro grupos: diseño patrón con +1%, +1.3%, +0.5% de VAR, y el diseño patrón sin VAR adicional. Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (valor de significancia de 1.000), aunque el diseño patrón sin VAR adicional tuvo la mayor resistencia a la compresión media (222.9150).

Para el **cuarto objetivo**, determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

#### **Hipótesis específica 4**

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble no varía significativamente en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

**Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble varia significativamente en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

#### **Análisis inferencial**

Para evaluar si el tipo de diseño influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto, se plantea un análisis de varianza de un factor (ANOVA). Aquí, la variable dependiente es la resistencia a la compresión, una medida cuantitativa, y la variable independiente es el tipo de diseño, que tiene cuatro niveles categóricos ordinales.

El objetivo es evaluar el impacto significativo del tipo de diseño en la resistencia a la compresión. Si el ANOVA indica diferencias significativas entre los tipos de diseño, se llevará a cabo la prueba post hoc de Tukey. Esta prueba permitirá comparar cada diseño individualmente para identificar cuál tiene el efecto más destacado en comparación con el diseño tradicional.

En síntesis, se aplicará un ANOVA de un factor para determinar si hay diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre los distintos diseños de mezcla. Si se detecta un efecto significativo, se utilizará la prueba post hoc de Tukey para identificar cuál diseño ofrece la mejor resistencia en relación con el diseño tradicional.

## Análisis inferencial para la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días:

A continuación, se presentan los resultados de la resistencia a la flexión obtenidos en el laboratorio, basados en nuestra muestra.

**Tabla 21**

*Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días*

Descripción	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patrón N° 1	37.87
Diseño Patrón N° 2	36.85
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	32.57
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	35.63
Diseño Patrón + 1% de VAR	36.42
Diseño Patrón + 1% de VAR	40.10
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	34.25
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	35.59

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 22**

*Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 14 días*

Descripción	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patrón N° 1	39.59
Diseño Patrón N° 2	38.40
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	34.41
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	37.58
Diseño Patrón + 1% de VAR	39.59
Diseño Patrón + 1% de VAR	40.53
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	34.58
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	38.09

*Nota:* Laboratorio UPN.

**Tabla 23**

*Resultados del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días*

Descripción	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patrón N° 1	40.93
Diseño Patrón N° 2	39.80
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	39.19
Diseño Patrón + 0.5% de VAR	36.90
Diseño Patrón + 1% de VAR	45.07
Diseño Patrón + 1% de VAR	40.58
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	38.34
Diseño Patrón + 1.3% de VAR	40.80

*Nota:* Laboratorio UPN.

## Prueba del supuesto de Normalidad

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** Los datos provienen de una distribución normal (si el valor de significancia es mayor que  $\alpha$ ).

**Hipótesis alterna (H<sub>a</sub>):** Los datos no provienen de una distribución normal (si el valor de significancia es menor o igual a  $\alpha$ ).

Consideraciones para las pruebas:

- Se realizarán pruebas de hipótesis para cada tiempo de curado (7, 14 y 28 días).
- Se utilizará un nivel de significancia de 0.05 para todas las pruebas.
- La hipótesis nula será aceptada si el valor de significancia de la prueba es mayor que el nivel de significancia asumido.

**Tabla 24**

*Prueba de Normalidad para las muestras del ensayo de resistencia a la compresión*

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días		.151	8	.200	.985	8	.984
Resistencia a la flexión a los 14 días		.203	8	.200	.884	8	.206
Resistencia a la flexión a los 28 días		.256	8	.132	.920	8	.432

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

La Tabla 23 presenta los resultados de las pruebas de normalidad para la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días utilizando los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. En todos los casos, los valores de significancia son mayores a 0.05, lo que sugiere que los datos no presentan desviaciones significativas respecto a una distribución normal. Por tanto, se puede concluir que las resistencias a la compresión en estos intervalos de tiempo siguen una distribución normal según los resultados obtenidos mediante el software SPSS 29.0.

**Tabla 25**  
*Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a la flexión*

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Resistencia a la flexión a los 7 días	Entre grupos	18.834	3	6.278	7.526	.040
	Dentro de grupos	3.337	4	.834		
	Total	22.171	7			
Resistencia a la flexión a los 14 días	Entre grupos	27.336	3	9.112	18.457	.008
	Dentro de grupos	1.975	4	.494		
	Total	29.310	7			
Resistencia a la flexión a los 28 días	Entre grupos	35.464	3	11.821	9.469	.027
	Dentro de grupos	4.994	4	1.248		
	Total	40.457	7			

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

Dado que los valores de significancia en todos los períodos evaluados (7, 14 y 28 días) son menores al nivel de significancia estándar de 0.05, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ). Esto indica que la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble varía significativamente la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.

**Tabla 26**  
*Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 7 días*

Resistencia a la flexión a los 7 días			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Resistencia a la flexión a los 7 días	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño patrón +0.5% de VAR	2	33.6000	
Diseño patrón +1.3% de VAR	2	33.9150	33.9150
Diseño patrón +1% de VAR	2	35.9350	35.9350
Diseño patrón	2		37.3600
Sig.		.188	.064

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

La prueba post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 7 días muestra que no hay diferencias significativas entre los diseños con +0.5%, +1%, y +1.3% de viruta de árbol de roble (VAR), con valores de resistencia media de 33.6000, 33.9150 y 35.9350 respectivamente. Sin embargo, el diseño patrón sin VAR adicional tiene una resistencia media más alta (37.3600) y está cerca de ser significativamente diferente (valor de Sig. = 0.064), sugiriendo una posible tendencia hacia mayores resistencias sin la adición de VAR.

**Tabla 27**

*Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 14 días*

<b>Resistencia a la flexión a los 14 días</b>			
Resistencia a la flexión a los 14 días	HSD Tukey <sup>a</sup>		
	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño patrón +1.3% de VAR	2	35.8250	
Diseño patrón +0.5% de VAR	2	35.9950	
Diseño patrón	2		38.9950
Diseño patrón +1% de VAR	2		40.0600
Sig.		.994	.506

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

La tabla muestra los resultados de la prueba HSD de Tukey para la resistencia a la flexión a los 14 días en diferentes patrones de diseño con variaciones en VAR. Los patrones "+1.3% de VAR" y "+0.5% de VAR" forman un subconjunto con medias de resistencia de 35.8250 y 35.9950 respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, los patrones "Diseño patrón" y "+1% de VAR" forman otro subconjunto con medias de 38.9950 y 40.0600 respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, existe una diferencia significativa entre las medias de los subconjuntos 1 y 2. En conclusión, el diseño patrón "+1% de VAR" es el mejor, ya que presenta la mayor resistencia a la flexión a los 14 días con un valor de 40.0600, significativamente superior a los otros patrones de diseño.

**Tabla 28**

*Pruebas post hoc de Tukey para la resistencia a la flexión a los 28 días*

<b>Resistencia a la flexión a los 28 días</b>			
Resistencia a la flexión a los 28 días	HSD Tukey <sup>a</sup>		
	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Diseño patrón +0.5% de VAR	2	38.5450	
Diseño patrón +1.3% de VAR	2	38.8000	
Diseño patrón	2	40.3650	40.3650
Diseño patrón +1% de VAR	2		43.8250
Sig.		.457	.114

*Nota:* Elaboración propia mediante el SPSS 29.0

La Tabla 20 se muestra los resultados de la prueba HSD de Tukey para la resistencia a la flexión a los 28 días en diferentes patrones de diseño con variaciones en VAR. Los patrones "+0.5% de VAR" y "+1.3% de VAR" forman un subconjunto con medias de resistencia de 38.5450 y 38.8000 respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos. Los patrones "Diseño patrón" y "+1% de VAR" forman otro subconjunto con medias de 40.3650 y 43.8250 respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, hay una diferencia significativa entre los subconjuntos 1 y 2. En conclusión, el diseño patrón "+1% de VAR" es el mejor, ya que presenta la mayor resistencia a la flexión a los 28 días con un valor de 43.8250, significativamente superior a los otros patrones de diseño.

Por último, para el **quinto objetivo** se determina cómo influye la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble en el costo de elaboración del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> para su uso en habilitaciones urbanas en Los Olivos, Lima, 2023.

Con el análisis de costo de la viruta de árbol de roble, se realizó un estudio de precios unitarios para cada diseño de concreto, utilizando como referencia los costos locales y la información de la revista especializada en precios de construcción. Este análisis permite evaluar cómo diferentes porcentajes de viruta afectan el costo total de producción, adaptándose a las condiciones económicas del distrito de Los Olivos en 2023.

**Tabla 29**  
*Costo de producción de concreto patrón*

<b>COSTO DE PRODUCCION DE CONCRETO PATRON POR 1 M3</b>					
RENDIMIENTO	20	M3/DIA	PRECIO TOTAL:	<b>S/ 413.49</b>	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO	hh	2	0.8	27.91	S/ 22.32
OPERARIO	hh	2	0.8	26.20	S/ 20.96
OFICIAL	hh	2	0.8	21.79	S/ 17.43
PEON	hh	8	3.2	19.71	S/ 63.07
					<b>S/ 123.78</b>
<b>MATERIALES</b>					
AGREGADO FINO	m3		0.470	49.15	S/ 23.10
AGREGADO GRUESO HUSO 67	m3		0.732	53.39	S/ 39.08
CEMENTO PORTLAND SOL TIPO I	bol		8.13	26.10	S/ 212.19
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.183	6.13	S/ 1.12
VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE	kg		0	0	S/ 0.00
					<b>S/ 275.49</b>
<b>EQUIPOS</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	S/ 123.78	S/ 6.19
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1	0.4	12.47	S/ 4.99
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1	0.4	7.59	S/ 3.04
					<b>S/ 14.22</b>

**Nota:** Análisis de Precios Unitario del concreto patrón

**Tabla 30**  
*Costo de producción de concreto patrón con 0.5% de VAR*

<b>COSTO DE PRODUCCION DE CONCRETO CON 0.5% DE VAR POR 1 M3</b>					
RENDIMIENTO	20	M3/DIA	PRECIO TOTAL:	<b>S/ 414.11</b>	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO	hh	2	0.8	27.91	S/ 22.32
OPERARIO	hh	2	0.8	26.20	S/ 20.96
OFICIAL	hh	2	0.8	21.79	S/ 17.43

PEON	hh	8	3.2	19.71	S/ 63.07
<b>S/ 123.78</b>					
<b>MATERIALES</b>					
AGREGADO FINO	m3		0.470	49.15	S/ 23.10
AGREGADO GRUESO HUSO 67	m3		0.732	53.39	S/ 39.08
CEMENTO PORTLAND SOL TIPO I	bol		8.13	26.10	S/ 212.19
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.183	6.13	S/ 1.12
VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE	kg		1.728	0.36	S/ 0.62
<b>S/ 276.11</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	S/ 123.78	S/ 6.19
MEZCLADOR DE CONCRETO	hm	1	0.4	12.47	S/ 4.99
TAMBOR 18 HP 11 P3					
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1	0.4	7.59	S/ 3.04
<b>S/ 14.22</b>					
<b>Nota:</b> Análisis de Precios Unitario del concreto más 0.5% de VAR					

**Tabla 31**

*Costo de producción de concreto patrón con 1% de VAR*

<b>COSTO DE PRODUCCION DE CONCRETO CON 1% DE VAR POR 1 M3</b>					
RENDIMIENTO	20	M3/DIA	PRECIO TOTAL:	<b>S/ 414.73</b>	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO	hh	2	0.8	27.91	S/ 22.32
OPERARIO	hh	2	0.8	26.20	S/ 20.96
OFICIAL	hh	2	0.8	21.79	S/ 17.43
PEON	hh	8	3.2	19.71	S/ 63.07
<b>S/ 123.78</b>					
<b>MATERIALES</b>					
AGREGADO FINO	m3		0.470	49.15	S/ 23.10
AGREGADO GRUESO HUSO 67	m3		0.732	53.39	S/ 39.08
CEMENTO PORTLAND SOL TIPO I	bol		8.13	26.10	S/ 212.19
AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.183	6.13	S/ 1.12
VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE	kg		3.456	0.36	S/ 1.24
<b>S/ 275.73</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	S/ 123.78	S/ 6.19
MEZCLADOR DE CONCRETO	hm	1	0.4	12.47	S/ 4.99
TAMBOR 18 HP 11 P3					
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1	0.4	7.59	S/ 3.04
<b>S/ 14.22</b>					
<b>Nota:</b> Análisis de Precios Unitario del concreto más 1% de VAR					

**Tabla 32**

*Costo de producción de concreto patrón con 1.3% de VAR*

<b>COSTO DE PRODUCCION DE CONCRETO CON 1.3% DE VAR POR 1 M3</b>					
RENDIMIENTO	20	M3/DIA	PRECIO TOTAL:	<b>S/ 415.11</b>	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO	hh	2	0.8	27.91	S/ 22.32

OPERARIO	hh	2	0.8	26.20	S/ 20.96
OFICIAL	hh	2	0.8	21.79	S/ 17.43
PEON	hh	8	3.2	19.71	S/ 63.07
<b>S/ 123.78</b>					
<b>MATERIALES</b>					
AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>		0.470	49.15	S/ 23.10
AGREGADO GRUESO HUSO 67	m <sup>3</sup>		0.732	53.39	S/ 39.08
CEMENTO PORTLAND SOL TIPO I	bol		8.13	26.10	S/ 212.19
AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.183	6.13	S/ 1.12
VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE	kg		4.491	0.36	S/ 1.617
<b>S/ 2.77.11</b>					
<b>EQUIPOS</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	S/ 123.78	S/ 6.19
MEZCLADOR DE CONCRETO	hm	1	0.4	12.47	S/ 4.99
TAMBOR 18 HP 11 P3	hm	1	0.4	7.59	S/ 3.04
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1	0.4	7.59	S/ 3.04
<b>S/ 14.22</b>					

**Nota:** Análisis de Precios Unitario del concreto más 1.3% de VAR

A continuación, se presenta el análisis de costo-beneficio para la adición de viruta de árbol de roble (VAR) en el concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

### 1. Análisis de Costos

El costo de producción del concreto varía ligeramente al incorporar viruta de roble. Los costos por metro cúbico para cada diseño son los siguientes:

- Concreto Patrón (sin VAR): S/ 413.49 por m<sup>3</sup>.
- Concreto con 0.5% de VAR: S/ 414.11 por m<sup>3</sup>.
- Concreto con 1% de VAR: S/ 414.73 por m<sup>3</sup>.
- Concreto con 1.3% de VAR: S/ 415.11 por m<sup>3</sup>.

Este incremento de costos es mínimo, variando de S/ 0.62 a S/ 1.62 por m<sup>3</sup> en comparación con el diseño sin aditivos. Aunque el costo aumenta ligeramente con el porcentaje de VAR, este incremento es relativamente bajo y podría justificarse en función de los beneficios adicionales que proporciona la adición de viruta de roble.

## 2. Beneficios Observados

A través de las pruebas realizadas, se identificaron mejoras en diferentes propiedades del concreto cuando se añade viruta de roble, particularmente en la trabajabilidad y la resistencia a la flexión.

### a. Mejora en la Trabajabilidad

Al agregar un 1% de viruta de roble, se observó una mejora significativa en la trabajabilidad del concreto, como lo demuestra el p-valor de 0.019 en la prueba de Bonferroni. Esto significa que el concreto es más fácil de manipular y colocar en el sitio, reduciendo la necesidad de esfuerzo durante la colocación y nivelación.

- Esta mejora en trabajabilidad es especialmente útil en aplicaciones donde se requiere rapidez y precisión, como en habilitaciones urbanas. Al facilitar el manejo del concreto, también se podrían reducir los tiempos de trabajo y optimizar el uso de la mano de obra.

### b. Resistencia a la Flexión

A los 14 y 28 días, el concreto con un 1% de VAR mostró una resistencia a la flexión superior a los otros diseños. Esta resistencia mejorada es crucial para aplicaciones que requieren soportar cargas significativas a lo largo del tiempo, como pavimentos rígidos y elementos estructurales que están sometidos a esfuerzos de flexión.

La adición de VAR, en particular en la proporción del 1%, es beneficiosa para prolongar la durabilidad del concreto en aplicaciones donde la flexión es un factor importante. Esto puede resultar en una mayor vida útil de las estructuras, disminuyendo la necesidad de mantenimiento y reduciendo costos a largo plazo.

### **c. Sostenibilidad**

La viruta de árbol de roble es un subproducto natural, lo que hace que el concreto resultante sea más sostenible. Al reutilizar este material, se disminuye la dependencia de agregados y cemento, los cuales tienen un mayor impacto ambiental. Este enfoque también promueve la economía circular al dar un uso productivo a un residuo de la industria maderera.

Los beneficios ambientales de incorporar viruta de roble no solo apoyan los objetivos de sostenibilidad, sino que también pueden mejorar la imagen del proyecto en términos de responsabilidad ambiental, lo cual puede ser ventajoso en la búsqueda de financiamiento o aprobación de proyectos de infraestructura.

### **3. Relación Costo-Beneficio**

**Incremento de Costos:** El aumento de costos es relativamente bajo en comparación con los beneficios funcionales y sostenibles obtenidos. Por ejemplo, el costo total de producción por m<sup>3</sup> con el 1% de VAR es solo S/ 1.24 más alto que el concreto patrón, lo cual representa menos de un 0.3% de incremento.

**Beneficios en Aplicación:** La mejora en trabajabilidad y resistencia a la flexión justifica ampliamente este aumento en costos, especialmente en proyectos que requieren una colocación rápida y un desempeño duradero. El costo adicional es marginal en relación con la reducción potencial de tiempos de colocación y mantenimiento a largo plazo.

**Ahorros a Largo Plazo:** Al mejorar la trabajabilidad y la resistencia a la flexión, el concreto con VAR puede reducir los costos de mantenimiento y reparaciones, lo cual genera ahorros significativos a lo largo de la vida útil de las estructuras. Esto significa que, aunque el costo inicial del material sea ligeramente superior, el beneficio económico a largo plazo es positivo.

## Conclusión del Costo-Beneficio

La adición de viruta de árbol de roble al concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> muestra un perfil de costo-beneficio favorable. La proporción de 1% es particularmente óptima, ya que equilibra un aumento mínimo en los costos con mejoras notables en trabajabilidad y resistencia a la flexión, además de contribuir a la sostenibilidad del proyecto. Este diseño es adecuado para aplicaciones urbanas donde se priorizan la facilidad de manipulación, el rendimiento estructural, y un enfoque sostenible.

En resumen, el concreto con 1% de viruta de árbol de roble es una opción viable y beneficiosa para proyectos que buscan no solo cumplir con requisitos técnicos, sino también promover prácticas sostenibles y reducir los costos de ciclo de vida del material.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 2.8 Limitaciones

Aquí presentamos las limitaciones:

El estudio podría verse limitado por el tamaño de muestra no totalmente representativo, posibles errores en la medición de variables, la influencia del contexto específico en las conclusiones y la presencia de sesgos en las respuestas de los participantes. Estas limitaciones deben considerarse al interpretar los resultados y discutir las implicaciones del estudio.

### 2.9 Discusión

Para el primer objetivo, la investigación de García y Ojeda (2022), centrada en el diseño de concreto con resistencia especificada de 210 kg/cm<sup>2</sup> mediante la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz, destaca por su enfoque en la reutilización de subproductos agrícolas para mejorar las propiedades mecánicas del material. Este estudio enfatiza la importancia de evaluar cómo diferentes proporciones de ceniza pueden influir en la resistencia a la compresión del concreto, contribuyendo así a prácticas más sostenibles en la construcción. En contraste, mi investigación se focaliza en la adición de viruta de árbol de roble al concreto tradicional para adaptarlo a aplicaciones específicas en habitaciones urbanas, demostrando la viabilidad de integrar materiales alternativos para mejorar propiedades como la resistencia a la compresión y flexión. Ambos estudios subrayan la innovación en el diseño de mezclas de concreto mediante el uso de materiales renovables y locales, cada uno con sus respectivos enfoques para optimizar el desempeño del concreto en diferentes contextos constructivos y ambientales.

Para el segundo objetivo, en su estudio de Alejandro (2021) se centra en la adición de viruta de cuero para mejorar la durabilidad y el rendimiento del concreto, enfocándose en mitigar fisuraciones y controlar la exudación de agua. En contraste, en mi investigación sobre la viruta de árbol de roble evaluó la trabajabilidad del concreto con resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en Los Olivos 2023. Según tus resultados, agregar un 1% de viruta de árbol de roble mostró

una mejora significativa en la trabajabilidad, confirmada por la prueba de Bonferroni con un p-valor de 0.019 en comparación con el diseño patrón. Este hallazgo sugiere que la viruta de árbol de roble puede ser una opción preferida para aplicaciones que requieren manipulación y colocación eficiente del material.

Para el tercer objetivo, en comparación con la investigación de Farfán y Quispe (2023) que demostró mejoras significativas en la resistencia a la compresión del concreto con la adición de ceniza de tallo de algarrobo, en mi estudio sobre la adición de viruta de árbol de roble no mostraron mejoras consistentes en la resistencia a la flexión a lo largo de varios períodos de prueba. Aunque los diseños con ciertos porcentajes de viruta de roble destacaron en resistencia a los 14 y 28 días, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto sugiere que las propiedades físicas y químicas de las adiciones pueden influir en su efectividad en el concreto, con la ceniza de algarrobo mostrando un potencial mayor para integrarse beneficiosamente en la matriz del concreto que la viruta de roble.

Para el cuarto objetivo, comparando los estudios de Meza y Pinchi (2023) sobre el uso de fibra de coco para mejorar la resistencia a la flexión del concreto con mis resultados sobre la viruta de árbol de roble (VAR), se destaca que la fibra de coco, añadida en un 2%, logró significativas mejoras en la resistencia a la flexión, mostrando ventajas económicas evidentes. En contraste, mis hallazgos indican que la adición de VAR, especialmente en un 1%, demostró mejoras notables en resistencia a la flexión a los 14 y 28 días, aunque no se observaron diferencias significativas a los 7 días y otras proporciones estudiadas no mostraron beneficios claros. Estas discrepancias sugieren que la fibra de coco podría integrarse de manera más efectiva en la matriz del concreto, posiblemente debido a sus propiedades físicas y químicas más compatibles, mientras que la viruta de roble podría requerir ajustes adicionales para optimizar su efectividad en aplicaciones similares.

## 2.10 Conclusión

Para el primer objetivo, el éxito en la determinación del diseño de mezcla del concreto tradicional con la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para habitaciones urbanas resalta la validación positiva de la hipótesis planteada. Este logro demuestra que es factible integrar materiales alternativos como la viruta de árbol de roble en la mezcla de concreto alterando las propiedades esenciales del material.

En el segundo objetivo, según los resultados de la prueba de Bonferroni se encontró una diferencia significativa en la trabajabilidad entre el diseño patrón y el diseño con un 1% de viruta de árbol de roble (VAR), con un p-valor de 0.019, indicativo de una mejora en la trabajabilidad al incorporar viruta de árbol de roble. No se encontraron diferencias significativas con otros diseños comparados. Además, al comparar con el diseño 2, se confirmó que la trabajabilidad del diseño patrón es significativamente menor. En conclusión, para el concreto con resistencia  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> evaluado en Los Olivos 2023, agregar un 1% de viruta de árbol de roble parece ser la mejor opción en términos de trabajabilidad, especialmente útil en aplicaciones que requieren facilidad de manipulación y colocación eficiente del material.

Para el tercer objetivo, a lo largo de los períodos de 7, 14 y 28 días, el diseño patrón sin adiciones de viruta de árbol de roble (VAR) consistentemente mostró la mayor resistencia a la compresión. Las adiciones de VAR en proporciones de 0.5%, 1%, y 1.3% no resultaron en mejoras significativas en la resistencia a la compresión del concreto. Aunque se observaron algunas diferencias en las resistencias medias, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas en ninguno de los puntos de tiempo evaluados. Esto sugiere que la adición de viruta de roble en las proporciones estudiadas no mejora la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el diseño patrón sin VAR. En resumen, la viruta de árbol de roble es adecuada para aplicaciones no estructurales o donde se buscan características específicas

como ligereza, aislamiento o sostenibilidad, siempre que se consideren las limitaciones en la resistencia a la compresión.

Para el cuarto objetivo, la evaluación de la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días muestra que, aunque no hay diferencias significativas entre los diseños con +0.5%, +1%, y +1.3% de viruta de árbol de roble (VAR) a los 7 días, el diseño sin VAR tiene una resistencia ligeramente mayor. A los 14 y 28 días, el diseño con +1% de VAR destaca con las mayores resistencias a la flexión, siendo significativamente superior a los otros patrones. En conclusión, la adición de +1% de VAR es la más efectiva para mejorar la resistencia a la flexión del material, especialmente a largo plazo. En conclusión, el concreto con +1% de viruta de árbol de roble (VAR) es recomendable para aplicaciones donde se requiera una alta resistencia a la flexión a largo plazo, como en elementos estructurales, pavimentos rígidos, prefabricados y estructuras de sostenimiento. Estas aplicaciones aprovechan las mejoras significativas observadas en la resistencia a la flexión del concreto con VAR, asegurando durabilidad y desempeño adecuado frente a cargas y condiciones adversas.

## BIBLIOGRAFIA

- ARCHDESK. (2021). *¿Cómo afecta la construcción al medio ambiente?* Obtenido de <https://archdesk.com/es/blog/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>
- ASTM C418. (s.f.). *Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete by Sandblasting*. Obtenido de <https://www.astm.org/c0418-20.html>
- ASTM C618. (s.f.). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. Obtenido de <https://www.astm.org/c0618-22.html>
- Bacca, & Vélez. (2020). *Efecto de las fibras de arroz carbonatada en las propiedades mecánicas y físicas del concreto*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/21847>
- Baptista, P., Fernández, C., & Hernández, R. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/METODOLOG%C3%8DA-DE-LA-INVESTIGACI%C3%93N-Fundamentales-M%C3%A9todo/3e42246ee04eeab4fce7b4bd80c13c59bc21292#cited-papers>
- Briones, Zambrano, Muñoz, Ruiz, & Panchana. (2020). *Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/356951663\\_Analisis\\_de\\_la\\_prestacion\\_mecanica\\_del\\_hormigon\\_empleando\\_virutas\\_de\\_acero\\_como\\_agregado\\_fino](https://www.researchgate.net/publication/356951663_Analisis_de_la_prestacion_mecanica_del_hormigon_empleando_virutas_de_acero_como_agregado_fino)
- Buleje, Z. O. (2017). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE LAS PRINCIPALES CANTERAS DE LA CIUDAD DE ANDAHUAYLAS Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES*. Obtenido de <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/100/1/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf>
- Cantorin , J. (2022). *Incorporación de Virutas de Madera en el Mezclado de un Concreto Convencional F'C=175 Kg/Cm<sup>2</sup> para Elementos No Estructurales*. Obtenido de <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4948>
- CEMEX. (2023). *Top 10 materiales de construcción sostenibles para la construcción ecológica*. Obtenido de <https://www.cemexventures.com/es/materiales-construccion-sostenible/>
- Cortés , M., & Iglesias , M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de Investigación*. Obtenido de [https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia\\_investigacion.pdf](https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf)
- Coyasamin, O. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de cáscara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBC)*. Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23482/1/Tesis%201024%20-%20Coyasam%c3%adn%20Maldonado%20Oscar%20Inicio.pdf>
- Díaz. (2020). *Efectividad del uso de la ceniza de la Termopaipa como sustituto del cemento en la fabricación del concreto*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/22345>

- Eurofins. (2023). *¿Qué es la construcción sostenible y por qué es importante?* Obtenido de <https://www.eurofins-environment.es/es/que-es-la-construccion-sostenible/>
- Extracción y preparación de las muestras. (2002). *Método de ensayo normalizado para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea*. INACAL.
- García , T., & Ojeda , D. (2022). “*Diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> incorporando ceniza de cascarilla de arroz para verificar la resistencia a la compresión SAPOSOA 2022*”. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116437>
- Iparraguirre , R. (2021). *Influencia de la adición de la ceniza de la cascarilla de café en las propiedades del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Oxapampa – 2021*. Universidad Cesar Vallejo, Oxapampa, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84321>
- Ishuiza, & Tuesta. (2023). *Diseño de un concreto simple  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando aserrín de madera tornillo para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto- 2023*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/126818>
- NTP 334.009. (2013). *Cementos Portland. Requisitos*. INACAL.
- NTP 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*.
- NTP 339.035. (2009). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. INACAL.
- NTP 339.036. (2017). *Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco*. INACAL.
- NTP 339.047. (2014). *Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*.
- NTP 339.079. (2012). *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*.
- NTP 339.084. (2017). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica*.
- NTP 339.177. (2015). *Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y aguas subterráneas*. INACAL.
- NTP 339.183. (2013). *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. INACAL.
- NTP 339.184. (2013). *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto*. INACAL.
- NTP 400.010. (2016). *Extracción y preparación de las muestras*. INACAL.
- NTP 400.011. (2008). *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones*.
- NTP 400.012. (2013). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. INACAL.
- NTP 400.017. (2011). *Método de ensayo normalizado para la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados*.
- NTP 400.018. (2013). *Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m (N° 200) por lavado en agregados*. INACAL.
- NTP 400.021. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad y absorción*.
- NTP 400.022. (2013). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. INACAL.
- NTP 400.037. (2014). *Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. INACAL.

- NTP 400.042. (2016). *Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto*. INACAL.
- NTP 400.043. (2015). *Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo*.
- Vásquez. (2021). *Estudio de comportamiento de un diseño de mezcla de concreto con adición de material reciclado de llantas*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34614>

- Mendeley: [https://www.mendeley.com/?interaction\\_required=true](https://www.mendeley.com/?interaction_required=true) (consultado el 9 de marzo 2022)
- Zotero: <https://zotero.softonic.com/descargar> (consultado el 9 de marzo 2022)
- Lamus, F., & Andrade, S. (2015). Concreto Reforzado. Fundamentos. *Digitalia Visor*. Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://digitalia.bibliotecaupn.elogim.com/viewepub/?id=39426>
- Askeland, D. R., Wright, W. J.(2017). Ciencia e ingeniería de materiales. *Cengage*. <https://ebooks724.bibliotecaupn.elogim.com:443/?il=19639>
- Askeland, D. R., & Wright, W. J. (2017). *Ciencia e Ingeniería De Materiales*. *Cengage*. Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://ebooks724.bibliotecaupn.elogim.com/stage.aspx?il=&pg=&ed=>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020, 12 marzo). Minagri Desarrollará Tecnología que Proteja al Banano Orgánico de Letal Hongo Fusarium Oxysporium. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. Recuperado 12 de octubre de 2023, de <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-040/>
- Haro, A. J., Borja, A. E., & Triviño, S. Y. (2017). Análisis Sobre el Aprovechamiento de los Residuos del Plátano, como Materia Prima para la Producción de Materiales Plásticos Biodegradables. *Dominio de las Ciencias*, 3.
- Haro, A., Borja, A. y Triviño, S. (2017). Análisis Sobre el Aprovechamiento de los Residuos del Plátano, como Materia Prima para la Producción de Materiales Plásticos Biodegradables. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 3 (30/01/2017), 525.
- Vidaud, I., Frómata, Z., & Vidaud, E. (2015). Una aproximación a los concretos reforzados con fibras. *Construcción y tecnología del concreto*, 30, 31.
- Romero, L., & Vega, M. (2019). *Estudio del Efecto en Diferentes Cantidades de Fibra de Vástago de Plátano en Propiedades Fisico-Mecánicas del Concreto Hidráulico para Pavimento* [Monografía de titulación]. Universidad Piloto de Colombia.
- Instituto Nacional de Calidad. (23d. C.). CONCRETO. Definiciones y terminologías relativas al concreto y agregados. En *Inacal* (NTP 339.047). Recuperado 13 de octubre de 2023, de <https://salallecturavirtual.inacal.gob.pe:8098/detalle.aspx?id=35686&idtv=10068> (Instituto Nacional de Calidad, 23d. C.)
- Rondón Quintana, H. A. (2016). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Ecoe Ediciones. <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/ereader/upnorte/70435?page=18>

- Gonzáles Beltrán, Y. A., Mejía Martínez, D. P., & Méndez Ariza, Y. M. (2018). *Aprovechamiento De Los Residuos De Madera* [Tesis de Especialización]. Universidad La Gran Colombia.

Narrativa: Gonzáles Beltrán et al. (2018)

Entre paréntesis: (Gonzáles Beltrán et al., 2018)

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Matriz de consistencia

<b>Título: DISEÑO DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN DE 0.5%, 1% Y 1.3% DE VIRUTA DE ÁRBOL DE ROBLE PARA USO EN HABILITACIONES URBANAS, LOS OLIVOS 2023</b>					
<b>Formulación del problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<p style="text-align: center;"><b>Problema General</b></p> <p>¿Como influye en el diseño del concreto f'c=210 kg/cm2 la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para su uso de habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023?</p> <p style="text-align: center;"><b>Problema Específicos</b></p> <p>¿Se podrá obtener un diseño de mezcla del concreto f'c=210 kg/cm2 con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023?</p> <p>¿Cuál es la influencia en la trabajabilidad del concreto f'c= 210 kg/cm2 la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de madera árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023?</p> <p>¿Cómo incide en la resistencia a la compresión del concreto f'c= 210 kg/cm2 la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar la influencia de la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble en el diseño del concreto f'c=210 kg/cm2 para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivo Específicos</b></p> <p>Determinar el diseño de mezcla del concreto f'c=210 kg/cm2 con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.</p> <p>Determinar la influencia en la trabajabilidad del concreto f'c= 210 kg/cm2 con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.</p> <p>Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c= 210 kg/cm2 con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis General</b></p> <p>La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble influye significativamente en la resistencia a la compresión y flexión en el diseño de concreto f'c= 210kg/cm2 para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.</p> <p style="text-align: center;"><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>Se determina con éxito el diseño de mezcla concreto f'c=210 kg/cm2 con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble para uso en habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023.</p> <p>La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble influye significativamente en la trabajabilidad del concreto f'c= 210 kg/cm2 con adición de caucho</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable Independiente:</b> Viruta de árbol de roble</p> <p style="text-align: center;"><b>Variable Dependiente:</b> Propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2.</p>	<p style="text-align: center;">% de dosificación</p> <p style="text-align: center;">Propiedades químicas</p> <p style="text-align: center;">Propiedades mecánicas</p>	<p style="text-align: center;">0.5% de VAR</p> <p style="text-align: center;">1% de VAR</p> <p style="text-align: center;">1.3% de VAR</p> <p style="text-align: center;">Componentes químicos</p> <p style="text-align: center;">Trabajabilidad</p> <p style="text-align: center;">Resistencia a la compresión</p> <p style="text-align: center;">Resistencia a la flexión</p>

<p>habilitaciones urbanas, Los Olivos 2023?          ¿De qué modo afecta la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> la adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023?</p>	<p>árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.          Determinar la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> con adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble a los 7,14 y 28 días para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.</p>	<p>reciclado para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.          La adición de 0.5%, 1% y 1.3% de viruta de árbol de roble altera significativamente en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días para uso en habitaciones urbanas, Los Olivos 2023.</p>			
--	--	--	--	--	--

## Anexo 2

### Certificados de calibración

**CELDA EIRL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CCB-008-2020**

Peticionario : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA CENTRO

Atención : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA CENTRO

Lugar de calibración : Laboratorio de Concreto. UPN Sede Lima - Centro.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : II

Número de serie : B419577383 Tipo : Digital

Código de identificación : 6-004935 Procedencia : CHINA

Modelo : PAJ 4102

Capacidad máxima : 4100 g

División de escala (d) : 0.01 g

División de verificación (e) : 0.1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25.2°C / 64%




Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25.2°C / 64%

Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL , 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 500 g con certificado de calibración N° LM-C-681-2018, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-681-2018, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-685-2018, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° LM-681-2018,

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2020-03-06

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
	2020-03-13	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-008-2020

Página 1 de 3

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CCB-009-2020**

Peticionario : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA CENTRO  
 Atención : UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA CENTRO  
 Lugar de calibración : Laboratorio de Concreto. UPN Sede Lima - Centro.  
 Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático  
 Marca : OHAUS Clase : III  
 Número de serie : B410356949 Tipo : Electrónica  
 Código de identificación : no indica Procedencia : China  
 Modelo : T51P  
 Capacidad máxima : 150 kg  
 División de escala (d) : 0,02 kg  
 División de verificación (e) : 0,02 kg  
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase III - PC 001 - Indecopi - tercera edición Usando pesas de sustitución.  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 25,2°C / 64%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 25,2°C / 64%  
 Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL , 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 500 g con certificado de calibración N° LM-C-681-2018, 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-681-2018, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-685-2018, 01 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° LM-681-2018, y 02 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-682-2018 y LM-683-2018.  
 Número de páginas : 3  
 Fecha de calibración : 2020-03-06  
 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
	2020-03-13	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-009-2020 Página 1 de 3

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



DETECSO S.A.C.  
FUTURE TECHNOLOGY

Fecha de emisión: 19/09/2022

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-0165-2022**  
**PRENSA PARA CONCRETO**

1. Solicitante : Universidad Privada del Norte S.A.C.  
Dirección : Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima
2. EQUIPO  
Marca : FORNEY Rango : 0 a 250000lbf  
Modelo : F-250B-CPILOT Resolución : 1lbf  
N° Serie : 13092 Procedencia : USA  
Cód. Identificación : 6-006117 Indicación : Digital  
Ubicación : Laboratorio de Concreto Orden de compra : PER03-0000079173
3. Lugar de la Calibración : Laboratorio de Concreto en las instalaciones de UPN sede Breña
4. Fecha de calibración : 12-08-2022

5. Método de calibración  
Por comparación directa tomando como referencia la Norma ISO 7500-1: 2016. Materiales Metálicos. Calibración y Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión. Calibración y medición del sistema de medida de fuerza.

6. Trazabilidad

Patrón	Código	Marca	Empresa	Certificado
Celda de carga	LF-01	MAVIN	PUCP	INF-LE-086-22
Termohigrómetro digital	LTH-02	NI	GRUPO MMJ	012-2022-CT

7. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental (°C)	18.6	18.3
Temperatura Relativa (% HR)	54	53

8. Resultados

Indicación del equipo (lbf)	Fuerza			
	Indicación del patrón (Ascenso)			
	Serie 1 (lbf)	Serie 2 (lbf)	Serie 3 (lbf)	Promedio (lbf)
2,400	2406.17	2417.19	2415.60	2412.99
4,800	4804.70	4811.91	4816.59	4811.07
7,200	7207.45	7217.15	7218.94	7214.51
9,600	9605.26	9615.21	9615.30	9611.92
12,000	12008.61	12019.48	12021.04	12016.38
14,400	14405.32	14413.50	14416.69	14411.84
16,800	16807.23	16815.65	16819.99	16814.29
19,200	19208.24	19216.31	19217.43	19213.99
21,600	21608.03	21618.72	21619.85	21615.53
24,000	24008.05	24016.87	24019.64	24014.85




**William Robinson Tejada Benites**  
Jefe de Laboratorio

Jr. Fray Martín de Porras 141, Comas, Lima, Telf. 1 6530135, web: www.detecco.com.pe  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE DETECSO S.A.C.



DETECSO S.A.C.  
FUELECTECHNOLOGY

Fecha de emisión: 19/09/2022

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-0166-2022**  
**PRENSA PARA CONCRETO**

1. **Solicitante** : Universidad Privada del Norte S.A.C.  
**Dirección** : Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima
2. **EQUIPO**  
**Marca** : FORNEY **Rango** : 0 a 700000lbf  
**Modelo** : F-300KN **Resolución** : 1lbf  
**N° Serie** : 15056 **Procedencia** : USA  
**Cód. Identificación** : 6-006118 **Indicación** : Digital  
**Ubicación** : Laboratorio de Concreto **Orden de compra** : PER03-0000079173
3. **Lugar de la Calibración** : Laboratorio de Concreto en las instalaciones de UPN sede Breña
4. **Fecha de calibración** : 12-08-2022

5. **Método de calibración**

Por comparación directa tomando como referencia la Norma ISO 7500-1: 2016. Materiales Metálicos, Calibración y Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión. Calibración y medición del sistema de medida de fuerza.

6. **Trazabilidad**

Patrón	Código	Marca	Empresa	Certificado
Celda de carga	LF-01	MAVIN	PUCP	INF-LE-086-22
Termohigrómetro digital	LTH-02	NI	GRUPO MMJ	012-2022-CT

7. **Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental (°C)	18.7	18.4
Temperatura Relativa (% HR)	57	56

8. **Resultados**


Indicación del equipo (lbf)	Fuerza			
	Indicación del patrón (Ascenso)			Promedio (lbf)
	Serie 1 (lbf)	Serie 2 (lbf)	Serie 3 (lbf)	
2,400	2404.49	2412.54	2415.12	2410.72
4,800	4805.17	4813.04	4813.35	4810.52
7,200	7205.56	7213.30	7214.66	7211.17
9,600	9606.30	9613.75	9613.66	9611.24
12,000	12004.69	12012.34	12013.55	12010.19
14,400	14405.14	14413.06	14412.57	14410.26
16,800	16806.33	16814.35	16817.19	16812.62
19,200	19205.90	19213.92	19213.62	19211.15
21,600	21604.92	21611.74	21614.69	21610.45
24,000	24005.20	24013.40	24012.30	24010.30




**William Robinson Tejada Benites**  
Jefe de Laboratorio

Jr. Fray Martín de Porras 141, Comas, Lima; Telf: 1 6530135; web: www.detecco.com.pe




PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE DETECSO SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMI-003-2020

Peticionario	: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA CENTRO
Atención	: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SEDE LIMA CENTRO
Lugar de calibración	: Laboratorio de Concreto UPN Sede Lima - Centro.
Tipo de instrumento	: Horno de secado para muestras
Marca	: FORNEY
N° de serie	: LA-0886-40GC
Modelo	: LA-0886-76
Alcance	: T. Amb. Hasta 232 °C.
Tipo de indicación	: Indicación analógica
Código	: 6-006103
Procedencia	: USA.
Método de calibración	: Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC-018 - Indocopc. 2ª Edición.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial	: 25.2 °C / 64%
Temp.(°C) y H.R.(%) final	: 25.2 °C / 64%
Patrones de referencia	: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019
Número de páginas	: 4
Fecha de calibración	: 2020-03-07

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
	2020-03-20	 Vladimir Tello Torne <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286</small>

CMI-003-2020 Página 1 de 4

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

### Anexo 3

#### Ensayos de laboratorio

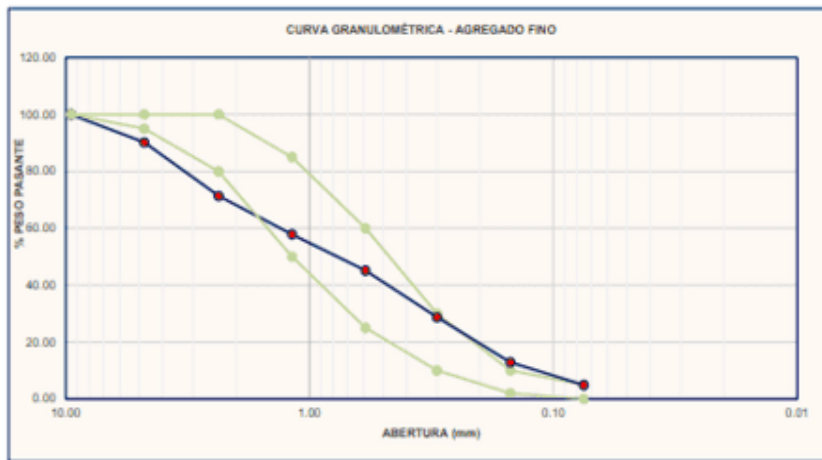
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>
	FORMATO	
	<b>GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS</b>	
(ASTM - C 136) ( NTP- 400.012)		

TESIS:

MATERIAL: PROCEDENCIA: SEDE: BREÑA ANALIZADO POR:	MUESTRA No 01 FECHA DE MUESTREO : FECHA DE INGRESO : FECHA DE ANALISIS :
--	---

Peso inicial		Peso final		% Er r or		0.00	
N° Tamiz	Abertura(mm)	Peso retenido en (gr)	% Peso Retenido	% Aculado		HUSO	
				Retenido	Pasa	Limit. Inferior	Limit. Superior
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#4	4.76					95.00	100.00
#5	2.36					80.00	100.00
#16	1.18					50.00	85.00
#30	0.60					25.00	60.00
#50	0.30					10.00	30.00
#100	0.15					2.00	10.00
#200	0.08					0.00	5.00
FONDO	0				0.00		
Peso total							
MODULO DE FINURA				% TAMIZ 200			
TAMAÑO MAXIMO				TMN			

**CURVA GRANULOMETRICA**



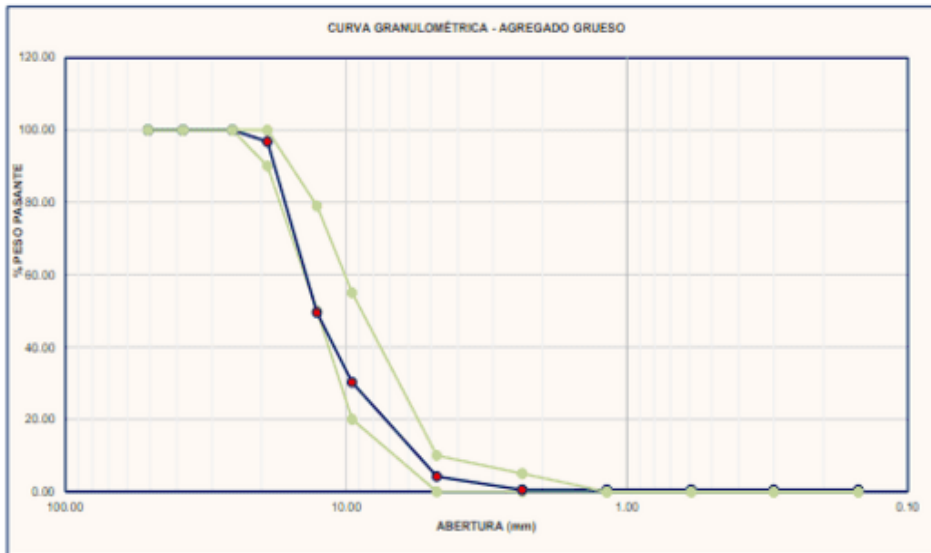
<p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>
	FORMATO	
	<b>GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS</b>	
	(ASTM - C 136) ( NTP- 400.012)	
TESIS: _____		
MATERIAL : _____ PROCEDENCIA: _____ SEDE : BREÑA _____ ANALIZADO POR: _____		MUESTRA No .01 FECHA DE MUESTREO : _____ FECHA DE INGRESO : _____ FECHA DE ANALISIS : _____

	Peso inicial		Peso final		% Error		0.00
N° Tamiz	Abertura(mm)	Peso retenido en (gr)	% Peso Retenido	% Aculado		HUSO #7	
				Retenido	Pasa	Limit. Inferior	Limit. Superior
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05					100.00	90.00
1/2"	12.70					75.00	50.00
3/8"	9.53					55.00	20.00
#4	4.76					10.00	0.00
#8	2.36					5.00	0.00
#16	1.18	0.00	0.00			0.00	0.00
#30	0.59	0.00	0.00			0.00	0.00
#50	0.30	0.00	0.00			0.00	0.00
#100	0.15	0.00	0.00			0.00	0.00
FONDO				100.00	0.00	0.00	0.00
Peso total							

MODULO DE FINURA	
TAMAÑO MAXIMO	

% FONDO	
TMN	

**CURVA GRANULOMETRICA**





**DETECSO S.A.C.**  
FUTURE TECHNOLOGY

Fecha de emisión: 29/04/2024  
Página: 1 de 2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-0128-2024

### PRENSA DE CONCRETO

- 1. Solicitante** : Universidad Privada del Norte SAC  
**Dirección** : Av. Tingo María 1122, Cercado de Lima, Lima
- 2. EQUIPO**
- |  |   |
|--|---|
| <b>Marca</b> : FORNEY                      | <b>Rango</b> : 113395kgf; 250000kgf       |
| <b>Modelo</b> : F-2508-PILOT               | <b>Resolución</b> : 1kgf                  |
| <b>N° Serie</b> : 13092                    | <b>Procedencia</b> : No indica            |
| <b>Cód. Identificación</b> : 6-008117      | <b>Indicación</b> : Digital               |
| <b>Ubicación</b> : Laboratorio de Concreto | <b>Orden de compra</b> : PER03-0000090368 |
- 3. Lugar de la Calibración** : Laboratorio de Concreto en las instalaciones de UPN sede Breña.
- 4. Fecha de calibración** : 15-03-2024

- 5. Método de calibración**  
Por comparación directa tomando como referencia la Norma ISO 7500-1: 2018. Materiales Metálicos, Calibración y Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión. Calibración y medición del sistema de medida de fuerza.

**6. Incertidumbre**

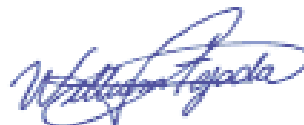
Patrón	Marca	Certificado	Incertidumbre
Celda de carga e indicador	MAVIN	INF-LE-0148-23	Celdas patróns calibradas en el <del>Certificado</del> Baldwin <del>Mettler Toledo</del> - Alemania
Transmisor de datos	T&S	LH-006-2024	INA/CAL

**7. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	19.70	19.40
Humedad relativa (%HR)	57.47	56.47

**8. Resultados**

Indicación del equipo	Indicación del patrón (Aceras)					E.C.V(%)
	Serie 1	Serie 2	Serie 3	Promedio		
(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(%)
1.000	1.001.32	1.008.14	1.004.49	1.003.98	-3.98	
2.000	2.002.78	2.004.03	2.003.33	2.003.38	-3.38	
3.000	3.003.42	3.003.29	3.003.73	3.003.48	-3.48	
4.000	4.005.95	4.005.73	4.007.80	4.006.78	-6.78	
5.000	5.007.01	5.010.08	5.009.41	5.008.83	-8.83	
6.000	6.007.70	6.008.30	6.009.84	6.007.95	-7.95	
7.000	7.012.74	7.015.63	7.012.67	7.013.68	-13.68	
8.000	8.008.57	8.008.31	8.012.00	8.009.63	-9.63	
9.000	9.011.74	9.012.06	9.012.24	9.012.01	-12.01	
10.000	10.018.72	10.021.31	10.020.34	10.019.46	-19.46	



**William Robinson Tejeda**  
Jefe de Laboratorio





Fecha de emisión: 29/04/2024

Página: 2 de 2

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-0128-2024

### PRENSA DE CONCRETO

Indicación del equipo (kgf)	Exactitud (%)	Repetibilidad (%)	Reveribilidad (%)	Res. Relativa (%)	Incertidumbre (%)
1,000	-0.40	0.48	--	1.00	0.32
2,000	-0.17	0.06	--	0.50	0.32
3,000	-0.12	0.01	--	0.33	0.32
4,000	-0.17	0.04	--	0.25	0.32
5,000	-0.18	0.06	--	0.20	0.32
6,000	-0.13	0.06	--	0.17	0.32
7,000	-0.20	0.04	--	0.14	0.32
8,000	-0.12	0.06	--	0.12	0.32
9,000	-0.13	0.01	--	0.11	0.32
10,000	-0.19	0.06	--	0.10	0.32

Error de Cero (%)	0.00 (%)
-------------------	----------

La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .

**Error relativo máximo permitido según la Clase de escala de la máquina de ensayo  
(ISO 7500-1)**

Clase de escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reveribilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero r0 (%)
0.5	± 0.50	± 0.50	± 0.75	± 0.25	± 0.05
1	± 1.0	± 1.0	± 1.5	± 0.5	± 0.1
2	± 2.0	± 2.0	± 3.0	± 1.0	± 0.2
3	± 3.0	± 3.0	± 4.5	± 1.5	± 0.3

**9. Observaciones**

- El equipo se encuentra en óptimas condiciones.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



**William Robinson Tejeda Barrios**  
Jefe de Laboratorio







**DETECSO S.A.C.**  
FUTURE TECHNOLOGY

Fecha de emisión: 29/04/2024

Página: 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMF-0129-2024**  
**PRENSA PARA ROTURA DE VIGA**

Indicación del equipo (kgf)	Exactitud (%)	Repetibilidad (%)	Reversibilidad (%)	Res. Relativa (%)	Incertidumbre (%)
1,000	-0.48	0.50	--	1.00	0.32
2,000	-0.15	0.22	--	0.50	0.32
3,000	-0.23	0.13	--	0.33	0.32
4,000	-0.24	0.20	--	0.25	0.32
5,000	-0.18	0.03	--	0.20	0.32
6,000	-0.19	0.04	--	0.17	0.32
7,000	-0.26	0.09	--	0.14	0.32
8,000	-0.13	0.07	--	0.12	0.32
9,000	-0.17	0.04	--	0.11	0.32
10,000	-0.13	0.06	--	0.10	0.32

Retorno a Cero (0) 0.00 (%)

La incertidumbre de la medición se da con un nivel de confianza aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.]

**Error relativo máximo permitido según la Clase de escala de la máquina de ensayo  
(ISO 7500-1)**

Clase de escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa r (%)	Cero r0 (%)
0.5	± 0.50	± 0.50	± 0.75	± 0.25	± 0.05
1	± 1.0	± 1.0	± 1.5	± 0.5	± 0.1
2	± 2.0	± 2.0	± 3.0	± 1.0	± 0.2
3	± 3.0	± 3.0	± 4.5	± 1.5	± 0.3

**9. Observaciones**

- El equipo se encuentra en óptimas condiciones.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



**William Robinson Tajada Berríos**  
Jefe de Laboratorio

