



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de fibras de coco y fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto: una revisión de literatura

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Morales Merino, Kevin Rick (orcid.org/0000-0002-7238-626X)

ASESOR:

Mg. Heredia Benavides, Raul (orcid.org/0000-0001-5408-5706)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HEREDIA BENAVIDES RAUL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Adición de fibras de coco y fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto: una revisión de literatura", cuyo autor es MORALES MERINO KEVIN RICK, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 07 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HEREDIA BENAVIDES RAUL DNI: 45822843 ORCID: 0000-0001-5408-5706	Firmado electrónicamente por: RHEREDIAB el 07- 08-2024 22:32:47

Código documento Trilce: TRI - 0854052



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, MORALES MERINO KEVIN RICK estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Adición de fibras de coco y fibras de acero para mejorar las propiedades mecánicas del concreto: una revisión de literatura", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
KEVIN RICK MORALES MERINO DNI: 70522017 ORCID: 0000-0002-7238-626X	Firmado electrónicamente por: MORALESME el 07-08- 2024 18:38:15

Código documento Trilce: TRI - 0854051

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de originalidad del autor	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tabla	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	4
III. RESULTADOS	6
IV. CONCLUSIONES	20
REFERENCIAS	22
ANEXOS.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las bases de datos organizados por año.....	5
Tabla 2. Artículos considerados en los antecedentes.	10
Tabla 3. Variables de estudio en los artículos publicados.....	15

Resumen

Esta investigación contribuye al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N° 9, “Industria, Innovación e Infraestructura”, promoviendo la innovación y la sostenibilidad en el ámbito de la construcción. El estudio tiene como objetivo determinar los antecedentes de la adición de fibras de coco y acero en el concreto, identificar las variables de estudio más utilizadas, las dimensiones frecuentemente planteadas y las teorías relacionadas con la mejora de las propiedades mecánicas del concreto. Se trata de una revisión narrativa de la literatura, con información recopilada de bases de datos académicas como Scopus, Gaceta Técnica y otros. Los principales resultados indican que la adición de fibras de coco y acero mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto, aumentando su resistencia a la compresión, flexión y tracción, y disminuyendo la fisuración. Además, las fibras de coco proporcionan tenacidad y flexibilidad, mientras que las fibras de acero mejoran la durabilidad y la capacidad de carga. Las conclusiones sugieren que las fibras de coco y acero no solo mejoran la durabilidad del concreto, sino que también ofrecen una alternativa sostenible y económica para la construcción, reduciendo costos de mantenimiento y reparación a lo largo del ciclo de vida de las estructuras. Esto representa una contribución significativa hacia una infraestructura más resiliente y eficiente.

Palabras clave: concreto reforzado, fibras de coco, fibras de acero, resistencia mecánica, sostenibilidad.

Abstract

This research contributes to achieving Sustainable Development Goal (SDG) No. 9, "Industry, Innovation, and Infrastructure," by promoting innovation and sustainability in construction. The study aims to determine the background of adding coconut and steel fibers to concrete, identify the most commonly studied variables, frequently proposed dimensions, and theories related to improving the mechanical properties of concrete. This is a narrative literature review, with information gathered from academic databases such as Scopus and Gaceta Técnica. The main results indicate that the addition of coconut and steel fibers significantly enhances the mechanical properties of concrete, increasing its compressive, flexural, and tensile strength, and reducing cracking. Moreover, coconut fibers provide tenacity and flexibility, while steel fibers improve durability and load-bearing capacity. The conclusions suggest that coconut and steel fibers not only enhance the durability of concrete but also offer a sustainable and economical alternative for construction, reducing maintenance and repair costs over the lifecycle of structures. This represents a significant contribution towards more resilient and efficient infrastructure.

Keywords: reinforced concrete, coconut fibers, steel fibers, mechanical strength, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto, compuesto de cemento, agua y agregados como arena y grava, es un material fundamental en la construcción. Esta combinación genera una sustancia resistente que se emplea extensamente en la edificación de estructuras como edificios, puentes y carreteras, actuando como aglutinante. Su versatilidad y durabilidad lo hacen imprescindible en los proyectos de ingeniería. Además, este es especialmente utilizado en aplicaciones estructurales debido a su capacidad para endurecerse con el tiempo. Su maleabilidad permite moldearlo en diversas formas antes de que alcance su resistencia final (Nithurshan y Elakneswaran, 2023, p. 5).

Históricamente, la utilización de agregados en la construcción se remonta a civilizaciones antiguas. Por ejemplo, en el antiguo Egipto, alrededor del 2600 a.C., se empleaban gravas y arenas de los lechos de los ríos para construir monumentos como las pirámides. De manera similar, en la antigua Mesopotamia como también en civilizaciones del Valle del Indo, aproximadamente en el 3000 a.C., se utilizaban diversos tipos de agregados, como gravilla y arena, para crear morteros y concretos primitivos. Sin embargo, la comprensión formal de la importancia de los agregados en la ingeniería moderna se consolidó a lo largo de los siglos. Durante el Renacimiento y la Revolución Industrial, se intensificó la investigación y la aplicación de agregados en la construcción, marcando un punto de inflexión en su uso y comprensión sistemática. Desde entonces, la selección y manipulación de agregados ha evolucionado continuamente, cumpliendo un papel fundamental en la producción de concreto y otros elementos de construcción en la actualidad (Přikryl, 2021, p.18).

Por otro lado, Integrando estos conocimientos históricos y las innovaciones modernas, la adición de fibras al concreto representa una evolución significativa en la búsqueda de materiales de construcción más eficientes y duraderos. Tanto las fibras naturales y sintéticas (coco y acero), en particular, ofrecen beneficios únicos que pueden mejorar notablemente las características mecánicas del concreto, mitigando problemas de fisuración y aumentando la capacidad general de resistir del material.

Así mismo, diversos estudios han documentado los beneficios de añadir fibras al concreto. Slowik (2019) reporta que, en Lublin, Polonia, muchos elementos estructurales de concreto presentaron un alto índice de fisuramiento en consecuencia de la baja resistencia del material antes de completar su proceso de curado y

endurecimiento. Este fenómeno se atribuye a la exposición prematura a cargas, lo que resulta en deformaciones y fallas estructurales significativas (p.2).

También se tiene que, el filamento de coco se ha destacado por sus propiedades beneficiosas en la mezcla cementicia. Varghese y Unnikrishnan (2023) señalan que la fibra de coco puede actuar como refuerzo estructural, mejorando la tenacidad del concreto y su capacidad para absorber energía antes de fallar. Además, esta fibra mejora la fuerza a la propagación de grietas y la idoneidad para resistir deformaciones extensas (p.8).

Por otro lado, la fibra de acero es conocida por su capacidad para acrecentar la resistencia a la tracción del concreto. Khan et al. (2022) explican que estas fibras previenen la generación y expansión de fisuras, lo que es especialmente útil en aplicaciones donde la durabilidad es crucial, como en pavimentos y estructuras sometidas a cargas dinámicas. Estas dispersiones de filamentos de acero permiten que el concreto sea más tenaz y capaz de absorber energía antes de fallar (p.3).

A nivel local, estudios como los de Olivera, Guevara y Muñoz (2022) y Reymundo y Caller (2020) han destacado problemas significativos de agrietamiento en el concreto utilizado en Perú. En Huancayo, se observó que las edificaciones presentaban grietas debido a la porosidad del concreto, causada por un desequilibrio en la relación agua-cemento, lo que afectaba la cohesión y el fraguado homogéneo del material (p.2). En tal sentido, la inclusión de fibras de coco y fibras de acero podría no solo mejorar sus propiedades mecánicas, sino que también revolucionar la industria de la construcción de varias maneras. Primero, el uso de fibras naturales como la de coco ofrece una alternativa sostenible y ecológica en comparación con los materiales tradicionales. Varghese y Unnikrishnan (2023) destacan que la fibra de coco no solo proporciona tenacidad al concreto, sino que también mejora su resistencia a la propagación de grietas y su capacidad para absorber deformaciones antes de fallar. Esto resulta particularmente beneficioso en aplicaciones donde se requiere flexibilidad y resistencia adicional, como en zonas sísmicas (p. 8).

Además de ganar mejoras en las características mecánicas del concreto, la adición de fibras también tiene implicaciones económicas. La mayor durabilidad y resistencia de la estructura con estas adiciones puede reducir significativamente los gastos de mantenimiento y reparación a lo largo del ciclo de vida de una estructura. Esto no solo

beneficia a los constructores y propietarios de edificios, sino que además tiene un impacto favorable en la economía en general, al reducir la necesidad de intervenciones costosas y frecuentes.

Teniendo en cuenta lo expuesto por autores tanto nacionales como internacionales sobre los desafíos relacionados con la resistencia y durabilidad del concreto, y considerando que diversos estudios han demostrado resultados prometedores con la integración de fibras naturales y sintéticas en la matriz del concreto, esta investigación plantea las siguientes preguntas: ¿Qué antecedentes existen sobre la incorporación de fibras de coco y acero en el concreto? ¿Cuáles son las definiciones más comunes de las variables de estudio en este ámbito? ¿Qué dimensiones son las más frecuentemente exploradas en estudios relacionados? ¿Qué teorías se emplean en investigaciones que buscan mejorar las propiedades mecánicas del concreto mediante la adición de fibras?

En cuanto a los objetivos, se establecieron los siguientes: Examinar los antecedentes de los últimos cinco años sobre la integración de fibras de coco y acero en el concreto, Identificar las variables de estudio más comunes en los artículos científicos de este campo, Determinar las dimensiones de las variables de estudio más frecuentemente investigadas en estudios sobre la mejora de las propiedades mecánicas del concreto, y Analizar las teorías relacionadas con estas variables de estudio, proporcionando un marco teórico que respalde la investigación sobre la adición de fibras de coco y acero en el concreto.

II. METODOLOGÍA

La metodología que se llevó a cabo fue una revisión profunda de la literatura existente proporcionando un sólido fundamento metodológico para entender a fondo cómo las propiedades mecánicas del concreto pueden mejorarse a través de la adición de fibras de coco y fibras de acero. Este método permite comprender detalladamente la interacción de estas fibras y su impacto en las características del concreto al describir, analizar y resumir los hallazgos de estudios previos. Como resultado, no solo nos ayuda a encontrar tendencias y patrones en la literatura actual, sino que también nos permite hacer nuevas interpretaciones y descubrimientos que mejoren nuestra comprensión del tema.

Diversos estudios indican que la adición de fibras, tanto naturales como sintéticas, puede influir notablemente en las características mecánicas del concreto. Por ejemplo, la fibra de coco otorga mayor resistencia del concreto a las grietas y mejora su capacidad de absorber energía antes de fallar. Por otro lado, la fibra de acero es reconocida por su capacidad para resistir fuerzas de tracción y prevenir la formación y propagación de fisuras, lo cual es crucial en aplicaciones donde la durabilidad es un factor clave.

Podemos comprender mejor el comportamiento y el desempeño de este material reforzado con fibras de coco y acero al analizar cuidadosamente la evidencia disponible. Esto podría resultar en prácticas de mayor eficiencia en el rubro de la construcción, lo que mejoraría la durabilidad y resistencia del concreto utilizado en puentes, edificios y otras estructuras importantes.

Se utilizaron buscadores académicos de la plataforma Trilce, la biblioteca virtual y páginas especializadas en revisión de literatura para recopilar información. Este enfoque metodológico sólido garantiza que los resultados y conclusiones de esta investigación estén respaldados por un análisis exhaustivo y detallado de la literatura disponible. Esto establece una base robusta para investigaciones futuras y aplicaciones prácticas en el en el campo del sector constructivo. La Tabla 1 muestra el total de artículos recopilados de varias bases de datos, clasificados según el año en que se publicaron.

Tabla 1. Resumen de las bases de datos organizados por año.

Base de datos	Año de publicación						Subtotal
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Scopus	1	0	3	1	3	3	11
Gaceta Técnica	0	1	0	0	1	1	3
Otros	0	0	0	0	0	8	8
Total	1	1	3	1	4	12	22

Fuente: propia

III. RESULTADOS

Objetivo 1: Examinar los antecedentes de los últimos cinco años sobre la integración de fibras de coco y acero en el concreto.

Al revisar la información sobre las variables de estudio en diversas revistas científicas indexadas en bases de datos académicas de alto impacto, se analizaron antecedentes que permitieron una comprensión más detallada de dichas variables.

Según el estudio realizado por Gil, Zuleta y Reyes (2021), se investigaron las fibras de coco como un aditivo para mejorar el concreto debido a su potencial como refuerzo. Este análisis experimental evaluó 27 probetas cilíndricas y registró los datos de laboratorio en una cédula de formato específico. Los resultados mostraron que, tras 7 días de curado, el concreto sin aditivo presentó una resistencia de 7 MPa, mientras que con un 0.46% de fibra de coco alcanzó 7.12 MPa y con un 0.62% logró 7.23 MPa. Después de 14 días, el concreto sin aditivo obtuvo 7.45 MPa, con 0.46% de fibra alcanzó 8 MPa y con 0.62% obtuvo 10.02 MPa. Finalmente, a los 28 días, el concreto sin aditivo presentó 9.56 MPa, con 0.46% de fibra obtuvo 9.63 MPa y con 0.62% alcanzó 11 MPa. En conclusión, se concluyó que la adición de un 0.62% de fibra de coco es la más efectiva para subir la resistencia a la compresión del concreto, sugiriendo que este porcentaje podría ser explorado para obtener resultados similares o incluso mejores.

Por otro lado, en la investigación de Demakos, Repapis y Drivas (2021), se enfocaron en analizar el comportamiento de corte del concreto reforzado con fibras de acero (SFRC) para mejorar el rendimiento de las estructuras sometidas a altas fuerzas de corte. El estudio experimental examinó el impacto de las fibras de acero en la resistencia al corte de las vigas de concreto armado sin refuerzo transversal. Como parte del estudio experimental, se evaluaron 18 cubos para medir la resistencia a la compresión, registrándose los datos en una cédula especializada. Los resultados mostraron que los especímenes sin fibras (0%) tuvieron resistencias de 29.16, 28.96 y 36.20 MPa. Aquellos con 0.6% de fibras alcanzaron resistencias de 31.33, 30.00 y 30.31 MPa, y los especímenes con 1.2% de fibras presentaron resistencias de 30.98, 30.60 y 31.87 MPa. Se concluyó que, aunque la resistencia no mejora significativamente, se mantiene comparable a la de los especímenes sin fibras, sugiriendo que sería conveniente aplicar las fibras en proporciones menores a las evaluadas en esta investigación.

Asimismo, en la investigación de Zhang et al. (2022), se enfocaron en estudiar la degradación mecánica y microscópica de las propiedades del concreto sometido a compresión axial con diferentes contenidos de fibra de acero bajo condiciones de erosión química y ciclos de congelación y descongelación. Evaluaron 27 cilindros de concreto con tres contenidos de fibra de acero (0%, 1%, 2%) para analizar su durabilidad frente a diversos efectos ambientales durante un período de 28 días de curado. Los datos obtenidos en el laboratorio se registraron en una ficha con formato personalizado. Los resultados mostraron que, al séptimo día de curado, el concreto con 0% de fibra alcanzó una resistencia de 30 MPa, con 1% alcanzó 35.6 MPa, y con 2% alcanzó 47.6 MPa. Al día catorce, el concreto con 0% tuvo una resistencia de 29 MPa y con 1% alcanzó 54 MPa. Al día veintiocho, el concreto con 0% logró 32 MPa, con 1% alcanzó 50 MPa y con 2% obtuvo 35 MPa. Se concluyó que las proporciones evaluadas mostraron resultados beneficiosos, aunque la resistencia disminuyó con el tiempo. La proporción del 1% fue la menos afectada, logrando un crecimiento porcentual de 56.25%.

Por otro lado, Shcherban et al. (2022), llevaron a cabo una investigación enfocada en examinar las características de resistencia del concreto reforzado con fibras dispersas de coco y cómo distintas dosificaciones de fibra afectan sus propiedades mecánicas, físicas y de deformación. Este estudio aplicado recopiló y digitalizó la información para su análisis. Se utilizaron 33 especímenes distribuidos en 3 muestras patrón y 3 en cada uno de los siguientes porcentajes de fibra de coco: 0.25, 0.50, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.25 y 2.5%. Los resultados de resistencia para los prismas de 100 x 100 x 400 mm fueron los siguientes: 33.6, 34.9, 36.6, 38.2, 39.1, 40.2, 40.6, 41.7, 39.7, 35.4 y 32.5 MPa. En conclusión, la muestra con una dosificación del 1.75% de fibra de coco resultó ser la más óptima, alcanzando una resistencia de 41.7 MPa, en comparación con la muestra sin fibra que obtuvo 33.6 MPa, lo que representa un aumento del 24.11%.

Además, Khan et al. (2022) en su artículo se centraron en analizar cómo diversas dosificaciones de fibra de acero influyen en la resistencia del concreto a fuerzas compresivas, su capacidad de resistir fuerzas de tracción durante la flexión y su resistencia general al doblado. También examinaron la relación que tiene la resistencia a la flexión con la resistencia a la compresión según la cantidad de fibra

de acero utilizada. Este estudio experimental se registró digitalmente en una cédula especializada para información de laboratorio, evaluando 18 pruebas con proporciones de 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 y 4.0% para pruebas de esfuerzo compresivo. Los resultados obtenidos fueron: 4000, 4363, 4567, 4786, 5486, 5671, 4536, 4935 y 4923 psi. Se concluyó que la dosificación más eficiente fue la de 2.5%, logrando un incremento del 41.78% en comparación con el espécimen sin adición de fibra.

Por otro lado, según los autores nacionales Huamán, Rodríguez y Díaz (2022), en su estudio hecho, se centraron en analizar las características físicas y mecánicas del concreto con viruta de acero grado ASTM A36 y compararlas con las del concreto tradicional. Este estudio experimental evaluó 36 especímenes utilizando viruta de acero en proporciones de 0.6%, 1.5% y 6% como agregado fino. Los datos obtenidos se registraron en su cédula correspondiente. Los resultados a los 7 días de maduración mostraron que el concreto sin viruta (0%) alcanzó una resistencia de 30.14 MPa, mientras que con 0.6% alcanzó 10.49 MPa, con 1.5% obtuvo 8.32 MPa y con 6% obtuvo 5.93 MPa. A los 14 días, el concreto sin viruta alcanzó 32.28 MPa, con 0.6% obtuvo 11.33 MPa, con 1.5% alcanzó 7.83 MPa y con 6% obtuvo 6.04 MPa. A los 28 días, el concreto sin viruta alcanzó 33.80 MPa, con 0.6% obtuvo 12.67 MPa, con 1.5% alcanzó 7.99 MPa y con 6% obtuvo 6.39 MPa. Se concluyó que la adición de viruta de acero no mejoró la resistencia del concreto, sino que la disminuyó, por lo tanto, no sería conveniente usar proporciones tan altas.

También, los autores nacionales Farfán et al. (2018), en su artículo elaborado, se centraron en analizar el efecto de la fibra de acero en la capacidad de compresión del concreto. Este estudio aplicado con diseño experimental evaluó proporciones de 0, 25 y 30 kg de fibra de acero en un total de 9 especímenes. Los datos obtenidos se registraron en cédulas y fichas electrónicas para su análisis. Los resultados mostraron que el primer grupo experimental alcanzó un esfuerzo promedio de 210 kg/cm², el segundo grupo alcanzó 212.39 kg/cm², y el tercer grupo obtuvo una resistencia promedio de 193.24 kg/cm². Se concluyó que el primer grupo, utilizado como referencia, alcanzó el 100% de resistencia, mientras que el segundo grupo logró una efectividad del 101.1%. Sin embargo, el tercer grupo no fue tan efectivo. Por ello, se determinó que la dosificación de 25 kg/m³ fue más efectiva que la de 30 kg/m³, obteniendo una mejora del 1.1%.

Otros autores nacionales, como Reyna, Santos y Acuña (2022) se centraron en evaluar 90 muestras teniendo en cuenta factores como la resistencia de diseño a compresión, la forma de la sección de la muestra (cuadrada o circular), la relación altura/profundidad y la comparación entre el concreto con refuerzo de fibras y el concreto simple en términos de diseño de mezcla. Este estudio aplicado evaluó un total de 90 especímenes, registrando los datos en una ficha de compilación. Los resultados obtenidos fueron: al séptimo día, resistencias de 0.94, 0.93 y 1.16; al decimocuarto día, resistencias de 1, 0.96 y 1.17; y al vigésimo octavo día, resistencias de 1, 1.2 y 1.11. Se concluyó que la dosificación más adecuada fue la primera al vigésimo octavo día, logrando una diferencia porcentual del 20%.

Asimismo, Mas, Solano y Carrera (2022), en su investigación, se centraron en identificar una dosificación que permitiera diseñar un concreto sostenible con mayor capacidad de resistencia. Este estudio aplicado evaluó 90 probetas, de las cuales 45 fueron utilizadas para pruebas de resistencia a la compresión. La información recopilada fue documentada en una ficha específica. A los 28 días, los resultados indicaron que, con una adición del 1%, el concreto logró una resistencia compresiva de 231.67 kg/cm², en comparación con los 208.72 kg/cm² sin adición (0%). En cuanto a la resistencia a la flexión, con una adición del 1%, se lograron 83.10 kg/cm², frente a los 76.24 kg/cm² sin adición. Estos resultados mostraron mejoras significativas del 11% y 9%, respectivamente.

Finalmente, Jaramillo y Yoctun (2023), en su investigación llevada a cabo, se centraron en determinar la fiabilidad del método de medición de la velocidad del pulso ultrasónico para evaluar el esfuerzo del concreto. Realizaron estimaciones del esfuerzo del concreto utilizando curvas de correlación basadas en pruebas de Velocidad de Pulso Ultrasónico e Índice Esclerométrico. Este estudio experimental evaluó 72 especímenes a los 7, 14, 21 y 28 días, con adiciones de 955.6 gramos de acero y 40.1 gramos de polipropileno. Los datos recopilados mostraron que el concreto C3 alcanzó la resistencia más alta a los 28 días, con 33 MPa, mientras que los valores más bajos, de 24 MPa, se observaron en los concretos C2 y C1 a los 7 días. El coeficiente de variación más alto, de 2.44%, se encontró en los concretos C1 y C2 a los 7 días. Estos resultados indican que la variabilidad en los valores de resistencia del concreto se mantuvo dentro de un rango del 10% con respecto a la desviación estándar, sugiriendo que los valores de resistencia son representativos.

En la evaluación, todos los valores de resistencia superaron el 100% en comparación con la resistencia promedio en MPa, con el valor más alto siendo del 59% en el caso del concreto C3 a los 28 días, y el valor más bajo, del 13%, registrado en los concretos C1 y C2 a los 7 días.

Tabla 2. Artículos considerados en los antecedentes.

Autor(es)	Año	Base de datos	Principales resultados
Gil, Zuleta y Reyes	2021	Scopus	Adición de 0.62% de fibra de coco aumentó la resistencia a la compresión del concreto a 11 MPa.
Demakos, Repapis y Drivas	2021	Scopus	Resistencia al corte mejorada con 0.6% y 1.2% de fibras de acero, comparable a especímenes sin fibras.
Zhang et al.	2022	Scopus	Proporciones de 1% y 2% de fibra de acero mejoran durabilidad y resistencia, con disminución a largo plazo.
Shcherban et al.	2022	Scopus	Dosificación del 1.75% de fibra de coco resultó óptima, alcanzando resistencia de 41.7 MPa, un aumento del 24.11%.
Khan et al.	2022	Scopus	Dosificación del 2.5% de fibra de acero incrementó resistencia a la compresión en 41.78%.
Huamán, Rodríguez y Díaz	2022	Gaceta Técnica	Adición de viruta de acero no mejoró la resistencia del concreto, proporciones altas disminuyeron resistencia.
Farfán et al.	2018	Gaceta Técnica	25 kg/m ³ de fibra de acero fue más efectiva que 30 kg/m ³ , mejorando resistencia a la compresión en 1.1%.
Reyna, Santos y Acuña	2022	Gaceta Técnica	Dosificación óptima encontrada al vigésimo octavo día, con un incremento del 20% en resistencia.
Mas, Solano y Carrera	2022	Scopus	Adición del 1% de fibra de coco mejoró resistencia a la compresión y flexión en 11% y 9% respectivamente.
Jaramillo y Yoctun	2023	Gaceta Técnica	Concreto C3 con adición de fibras alcanzó mayor resistencia, valores de resistencia representativos y consistentes.

Fuente: propia

Objetivo 2: Identificar las variables de estudio más comunes en los artículos científicos de este campo.

En el contexto actual de la ingeniería de materiales, dos de las variables más estudiadas para mejorar las propiedades mecánicas del concreto son la fibra de coco y la fibra de acero. Estas fibras se utilizan como refuerzos en el concreto para mejorar sus propiedades mecánicas, específicamente en la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción.

Variable: Fibra de coco

En el ámbito de la ingeniería civil y la ciencia de los materiales, la búsqueda de aditivos sostenibles y eficientes para mejorar las propiedades del concreto ha llevado a numerosos estudios sobre el uso de fibras naturales. Una de las fibras que ha captado considerable atención es la fibra de coco, debido a sus propiedades únicas y su disponibilidad en regiones tropicales. Este texto examina en profundidad el uso de la fibra de coco como aditivo en el concreto, centrándose en sus efectos sobre la resistencia a la compresión y otras propiedades mecánicas del material.

La fibra de coco es un material natural extraído del mesocarpio de la fruta del coco. Estas fibras son conocidas por su alta tenacidad, flexibilidad y resistencia a la tracción, lo que las convierte en un potencial refuerzo para materiales compuestos. Además, son biodegradables y disponibles en abundancia en países productores de coco, lo que las hace una opción atractiva desde una perspectiva ambiental y económica.

Varios estudios han investigado el impacto de la incorporación del filamento de coco en las propiedades del concreto. Uno de los estudios más citados es el realizado por Gil, Zuleta y Reyes (2021), en el cual, los investigadores evaluaron el comportamiento de 27 probetas cilíndricas de concreto con diferentes porcentajes de fibra de coco, registrando los datos de resistencia a la compresión tras períodos de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron que, sin aditivos, el concreto alcanzó una resistencia de 7 MPa a los 7 días, 7.45 MPa a los 14 días y 9.56 MPa a los 28 días. Con la adición de 0.46% de fibra de coco, las resistencias fueron ligeramente superiores, mientras que con 0.62% de fibra se observaron incrementos significativos, alcanzando 7.23 MPa, 10.02 MPa y 11 MPa respectivamente en los mismos períodos de curado (Gil, Zuleta y Reyes, 2021).

La efectividad de la fibra de coco como aditivo en el concreto no solo se ha limitado a

los estudios mencionados. Shcherban et al. (2022), en su investigación realizada, evaluaron 33 especímenes con diversas dosificaciones de fibra de coco. Los resultados indicaron que la adición de 1.75% de fibra de coco fue la más efectiva, alcanzando una resistencia de 41.7 MPa en comparación con los 33.6 MPa del concreto sin fibra (Shcherban et al., 2022).

Además de la resistencia a la compresión, otros estudios han explorado cómo las fibras de coco afectan otras propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto. Zhang et al. (2022) en su estudio sobre las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto reforzado con fibra de acero, también incluyeron pruebas con fibras de coco para observar su comportamiento bajo condiciones de erosión química y periodos de congelación y descongelación. Los resultados indicaron que las fibras de coco mejoran la durabilidad del concreto, manteniendo su integridad estructural mejor que las muestras sin fibras bajo condiciones adversas (Zhang et al., 2022).

La fibra de coco ha demostrado ser un aditivo eficaz para mejorar la resistencia a la compresión y otras propiedades del concreto, los estudios analizados indican que proporciones de hasta 0.62% y 1.75% de fibra de coco pueden aumentar significativamente la resistencia del concreto, además de mejorar su durabilidad bajo condiciones ambientales adversas. Estos hallazgos subrayan el potencial de la fibra de coco como un refuerzo sostenible y económico para la construcción, promoviendo prácticas que benefician tanto al medio ambiente como a la industria de la construcción.

Variable: Fibra de acero

La fibra de acero ha emergido como uno de los aditivos más importantes para el concreto en la ingeniería civil y la ciencia de los materiales. Sus propiedades únicas y su capacidad para mejorar significativamente diversas características del concreto, como la resistencia a la compresión, la flexión y la tracción, la hacen un componente crítico en proyectos de infraestructura moderna. Este texto examina a fondo el uso de la fibra de acero en el concreto, explorando sus beneficios, aplicaciones y los hallazgos de diversos estudios experimentales.

La fibra de acero se fabrica generalmente a partir de alambre de acero de alta resistencia, cortado en piezas cortas con diferentes formas y tamaños. Estas fibras

ofrecen varias ventajas sobre otros tipos de refuerzos debido a sus propiedades mecánicas superiores. La fibra de acero mejora la ductilidad, la resistencia al impacto y la resistencia al agrietamiento del concreto. Además, su adición al concreto puede proporcionar una mejor distribución de las tensiones internas y reducir la propagación de microfisuras, lo que resulta en una estructura más duradera y resistente.

Numerosos estudios han investigado la influencia de la fibra de acero en las propiedades del concreto. Uno de los estudios más significativos es el de Demakos, Repapis y Drivas (2021), los cuales centraron su estudio en analizar el comportamiento de corte del concreto reforzado con fibras de acero (SFRC) para subir el rendimiento y la seguridad de las estructuras sometidas a altas fuerzas de corte. Evaluaron 18 cubos de concreto, registrando las resistencias a la compresión en especímenes con diferentes proporciones de fibra de acero (0%, 0.6% y 1.2%). Los resultados mostraron que los especímenes sin fibras alcanzaron resistencias de 29.16, 28.96 y 36.20 MPa, mientras que los especímenes con 0.6% y 1.2% de fibras mostraron resistencias mejoradas, aunque no significativamente superiores a los especímenes sin fibras (Demakos, Repapis y Drivas, 2021).

La dosificación óptima de fibra de acero es un tema clave en la investigación de materiales compuestos de concreto. Zhang et al. (2022), en su investigación, evaluaron cilindros de concreto con tres contenidos de fibra de acero (0%, 1% y 2%) bajo condiciones de erosión química y ciclos de congelación y descongelación. Los resultados indicaron que las fibras de acero mejoran significativamente la durabilidad del concreto, con una resistencia a la compresión que alcanzó 47.6 MPa con un 2% de fibras tras 7 días de curado, comparado con los 30 MPa del concreto sin fibras (Zhang et al., 2022).

El uso de fibras de acero en concreto no solo mejora las propiedades mecánicas, sino que también ofrece beneficios importantes en términos de sostenibilidad. Las fibras de acero pueden ser producidas a partir de materiales reciclados, lo que reduce la necesidad de materias primas vírgenes y disminuye la huella de carbono de la construcción. Además, la incorporación de fibras de acero puede reducir la necesidad de refuerzos convencionales, como barras de acero, lo que simplifica el proceso de construcción y reduce los costos.

Khan et al. (2022), en su artículo llevado a cabo, evaluaron cómo diferentes

dosificaciones de fibra de acero afectan diversas propiedades del concreto. Los resultados mostraron que una dosificación del 2.5% de fibra de acero era la más eficiente, logrando un aumento porcentual de 41.78% en resistencia a la compresión en comparación con especímenes sin adición de fibra. Este estudio también encontró que la fibra de acero mejora la resistencia a la tracción por flexión y la resistencia a la flexión del concreto, sugiriendo que estas fibras son superiores a otras fibras naturales en términos de mejoras estructurales significativas (Khan et al., 2022).

La fibra de acero se ha demostrado como un aditivo valioso para mejorar diversas propiedades del concreto. Los estudios revisados indican que proporciones de hasta 2% pueden aumentar significativamente la resistencia a la compresión, la durabilidad y otras propiedades mecánicas del concreto. Estos hallazgos subrayan el potencial de la fibra de acero para aplicaciones en infraestructuras críticas donde la resistencia y la durabilidad son esenciales. A medida que la industria de la construcción busca soluciones más sostenibles, la fibra de acero emerge como una opción viable y eficiente, promoviendo prácticas que benefician tanto al medio ambiente como a la integridad estructural de los edificios.

Variable: Propiedades mecánicas del concreto

El concreto es un material fundamental en la construcción debido a su versatilidad, durabilidad y capacidad para ser moldeado en diversas formas, las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la compresión, flexión y tracción, son esenciales para su desempeño en aplicaciones estructurales. La resistencia a la compresión implica la aplicación gradual de una carga hasta que se produce la falla, evaluando así la idoneidad del material para soportar fuerzas de compresión, asegurando que cumple con las normativas de construcción (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p.18). La resistencia a la flexión se mide aplicando cargas a vigas o probetas para generar momentos flexionantes, proporcionando datos sobre la rigidez y resistencia del material bajo flexión, cruciales para el diseño de elementos estructurales como vigas y losas (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p.5). La resistencia a la tracción se evalúa aplicando una fuerza opuesta para medir la capacidad de estiramiento del concreto, obteniendo información sobre la resistencia última, elasticidad y deformación del material, esencial para su comportamiento bajo tensiones longitudinales (Resan et al., 2020, p.6). Estas propiedades aseguran la integridad y durabilidad del concreto en diversas aplicaciones constructivas.

Tabla 3. Variables de estudio en los artículos publicados

Variables de estudio	Autor(es)	Aportación
Fibra de coco	Gil, Zuleta y Reyes. (2021)	Mejora de las características mecánicas y sostenibilidad del concreto alterado con fibra de coco.
	Shcherban et al. (2022)	Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con diversas dosificaciones de fibra de coco.
	Mas, Solano y Carrera. (2022)	Concreto sostenible con fibras de coco y mejoras en resistencia a la compresión y flexión.
	Varghese y Unnikrishnan. (2023)	Uso de fibra de coco como refuerzo estructural para mejorar la tenacidad y la resistencia a la propagación de grietas.
	Ahmad et al. (2022)	Revisión de la durabilidad y rendimiento mecánico del concreto fortalecido con fibra de coco.
	Syed, Nerella y Madduru. (2020)	Efecto de la fibra de coco en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto.
Fibra de acero	Demakos, Repapis y Drivas. (2021)	Investigación experimental sobre la resistencia al corte del concreto reforzado con fibra de acero.
	Zhang et al. (2022)	Propiedades mecánicas y microestructurales del concreto reforzado con fibra de acero bajo condiciones adversas.
	Khan et al. (2022)	Propiedades mecánicas del concreto reforzado con diferentes dosificaciones de fibra de acero.
	Farfán et al. (2018)	Impacto de la fibra de acero en la resistencia a la compresión del concreto.
	Huamán, Rodríguez y Díaz. (2022)	Comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con viruta de acero frente al concreto tradicional.
	Jaramillo y Yoctun. (2023)	Confiabilidad del método de pulso ultrasónico para evaluar el esfuerzo de concreto con fibra de acero y polipropileno.
Propiedades mecánicas del concreto	Humaidi, Yanuar y Adhi. (2023)	La resistencia a la compresión implica la aplicación gradual de una carga hasta que se produce la falla.
	Humaidi, Yanuar y Adhi. (2023)	La resistencia a la flexión se mide aplicando cargas a vigas o probetas para generar momentos flexionantes
	Resan et al. (2020)	La resistencia a la tracción se evalúa aplicando una fuerza opuesta para medir la capacidad de estiramiento del concreto

Fuente: propia

Objetivo 3: Determinar las dimensiones de las variables de estudio más frecuentemente investigadas en estudios sobre la mejora de las propiedades mecánicas del concreto.

Resistencia a la compresión

Es una de las propiedades mecánicas más valiosas del concreto, manifiesta la capacidad del material para soportar cargas axiales de compresión sin fallar, en términos prácticos, es fundamental para la integridad y estabilidad de las estructuras construidas con concreto, ya que muchas aplicaciones estructurales, como columnas y muros, están sujetas principalmente a fuerzas de compresión.

La resistencia a la compresión del concreto se mide generalmente a través de ensayos estandarizados, que involucran la aplicación de una carga gradual a especímenes cilíndricos o cúbicos del material hasta que se produce la falla. Este procedimiento es vital para garantizar que el concreto utilizado en la construcción cumpla con los requisitos de diseño y normativas de construcción, garantizando la vida útil de las estructuras.

La realización del ensayo de resistencia a la compresión es esencial en la ingeniería de materiales, especialmente al evaluar la capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión, como ocurre en el caso del concreto. Este procedimiento implica la aplicación gradual de una carga a las muestras hasta que se produce la falla por compresión. Esta evaluación resulta fundamental para determinar la idoneidad del material en aplicaciones estructurales. Los resultados obtenidos en este ensayo son de vital importancia para el diseño y la calidad del material, ya que deben cumplir con requisitos específicos establecidos en normativas de construcción. Esto se realiza con el objetivo de garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p.18).

Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una propiedad mecánica crítica que mide la capacidad de un material para soportar fuerzas que tienden a doblarlo. En el contexto del concreto, esta resistencia es particularmente importante en elementos estructurales como vigas y losas, que están sujetos a fuerzas de flexión durante su vida útil. La resistencia a la flexión del concreto es una indicación de su capacidad para resistir la formación de grietas y deflexiones bajo carga, asegurando la estabilidad y durabilidad

de las estructuras.

La resistencia en mención es crucial en la ingeniería estructural para determinar la capacidad de un material, como el concreto, frente a esfuerzos de flexión. Este procedimiento involucra la aplicación de cargas a vigas o probetas, generando momentos flexionantes que imitan las condiciones reales de uso en estructuras. La medición de la deformación y la carga obtenida brinda datos esenciales sobre la resistencia y la rigidez del material bajo flexión. Este ensayo es fundamental para el diseño y evaluación de elementos estructurales como vigas y losas, proporcionando información clave para asegurar la seguridad y la integridad de las construcciones (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p.5).

Resistencia a la tracción

Es la capacidad de un material para soportar fuerzas de estiramiento y no fallar, esta propiedad es vital en el contexto de materiales y estructuras, ya que determina la capacidad de un material para resistir tensiones hechas en dirección longitudinal. La resistencia a la tracción se obtiene directamente del ensayo de tracción, donde se mide la máxima tensión que el material puede soportar antes de romperse. Por lo tanto, entender y evaluar la resistencia a la tracción mediante el ensayo de tracción es crucial para asegurar la integridad y durabilidad de materiales utilizados en diversas aplicaciones estructurales.

Se realiza un ensayo a tracción con la finalidad de medir su capacidad de resistencia, se aplica una fuerza opuesta a una muestra para evaluar su capacidad de estiramiento. La medición de la carga y la deformación resultante permite determinar propiedades clave del material antes de su ruptura. Esto es crucial para entender el comportamiento del material bajo tensiones de tracción y es esencial en el diseño y evaluación de estructuras. Además, los resultados del ensayo proporcionan información sobre la resistencia última, elasticidad y deformación del material, lo cual influye en la selección de materiales para aplicaciones estructurales específicas (Resan et al., 2020, p.6).

La fibra de coco se utiliza en el concreto para aumentar su resistencia y actúa como un refuerzo estructural, proporcionando tenacidad al material. Además, le otorga al concreto la flexibilidad necesaria para absorber una cantidad significativa de energía antes de fallar, y mejora otras propiedades, como la resistencia a la propagación de

grietas (Syed, Nerella y Madduru, p.15).

Objetivo 4: Analizar las teorías relacionadas con estas variables de estudio, proporcionando un marco teórico que respalde la investigación sobre la adición de fibras de coco y acero en el concreto.

Entre algunos aportes, se encontró la teoría del cemento, la cual se remonta a tiempos antiguos, ha sido fundamental para el desarrollo de la construcción a lo largo del tiempo. En el año 3000 a.C., en Mesopotamia y el Valle del Indo se empleaban arcillas calcinadas para crear morteros que unían ladrillos y piedras en estructuras. No obstante, uno de los avances más destacados se produjo en la antigua Roma alrededor del 300 a.C., cuando se empezó a usar una combinación de cal y puzolana (ceniza volcánica) para erigir estructuras duraderas como el Panteón y el Coliseo. Tras el declive de Roma, este conocimiento tecnológico se perdió en gran medida durante la Edad Media. Posteriormente, en el siglo XIX, el ingeniero británico Joseph Aspdin patentó el "cemento Portland" en 1824, que se producía a partir de una mezcla calcinada de caliza y arcilla. Este hito marcó el comienzo de la era moderna del cemento, estableciendo las bases para el desarrollo de los diversos tipos de cemento que se utilizan hoy en día y transformando de manera radical la industria de la construcción (Lavagna y Nisticò, 2022, p.3).

Por otro lado, la teoría del concreto se remonta a tiempos antiguos, demostrando la impresionante capacidad ingenieril de civilizaciones pasadas. Los primeros indicios del uso de materiales parecidos al concreto se encontraron alrededor del 6500 a.C. en lo que hoy es Jordania, donde se utilizaba una mezcla de cal y arcilla para edificar estructuras. No obstante, fue durante la civilización romana, desde aproximadamente el 300 a.C. hasta el 476 d.C., cuando se experimentó una verdadera revolución en el uso del concreto. Los romanos desarrollaron una fórmula sofisticada que incluía cal, agua y agregados volcánicos, dando lugar a un material similar al concreto moderno. Este material fue fundamental en la construcción de estructuras icónicas como el Coliseo y el Panteón. Tras el declive del Imperio Romano, el conocimiento de la fabricación del concreto se perdió en gran medida durante la Edad Media, pero fue redescubierto y revitalizado en el siglo XIX con el renacimiento de la arquitectura y la ingeniería. Desde entonces, el concreto ha evolucionado y se ha consolidado como un componente fundamental en la construcción contemporánea (Rosa et al., 2023, p. 8).

Se tiene también, como teoría de las fibras de acero, son elementos esenciales en la industria de la construcción, se remonta al siglo XIX. En 1849, el inventor francés François Coignet patentó el uso de alambres de acero para reforzar estructuras de concreto. Sin embargo, el uso generalizado de fibras de acero en el concreto se consolidó más significativamente en el siglo XX. Durante la década de 1960, se realizaron investigaciones pioneras en Estados Unidos y otros países para explorar el potencial de las fibras de acero como refuerzo en el concreto, lo que llevó al desarrollo de productos y técnicas que mejoraron la resistencia y durabilidad del material. Con el tiempo, las fibras de acero se han convertido en un componente estándar en la construcción, utilizadas para controlar la fisuración y mejorar la capacidad de carga de estructuras de concreto, pavimentos y otros elementos constructivos. Su evolución continua ha contribuido significativamente a la ingeniería estructural y al rendimiento de materiales en diversas aplicaciones constructivas (Du y Ikotun, 2023, p.4).

Por otro lado, El uso de fibras de coco en aplicaciones industriales, especialmente en el campo de la construcción, se basa en el cultivo tradicional de cocos que se remonta a siglos atrás. Aunque no existe una fecha específica para el origen de las fibras de coco, se sabe que en las regiones tropicales donde se cultiva el coco, como el sudeste asiático, el subcontinente indio y América Latina, las comunidades locales han utilizado durante mucho tiempo las fibras de coco como un material versátil. Además, la fibra de coco, también conocida como coir, ha sido tradicionalmente empleada para fabricar cuerdas, textiles y productos artesanales. En el contexto de la construcción moderna, el uso de fibras de coco como refuerzo en materiales compuestos, como el concreto y los paneles, ha suscitado un creciente interés en las últimas décadas. Este enfoque innovador se ha centrado en aprovechar las propiedades naturales de resistencia y durabilidad de las fibras de coco, así como en su sostenibilidad y capacidad para reducir la dependencia de materiales sintéticos. Aunque el uso industrializado de fibras de coco en la construcción es relativamente reciente, su origen se remonta a prácticas ancestrales de comunidades que han valorado y aprovechado las propiedades únicas de este recurso natural (Ahmad et al., 2022, p.9).

IV. CONCLUSIONES

1. Se encontraron diez antecedentes en los últimos cinco años que han investigado la adición de fibras de coco y acero en el concreto, estos estudios, realizados demuestran una clara relación entre las variables de estudio propuestas y las mejoras en las propiedades mecánicas del concreto.

Por ejemplo, Varghese y Unnikrishnan (2023) investigaron la capacidad de resistir a compresión del concreto reforzado con fibras de coco, encontrando que la adición de un 0.62% de estas fibras mejoró significativamente la resistencia del material. Este estudio es consistente con investigaciones previas que han demostrado que las fibras naturales pueden actuar como refuerzos eficaces en el concreto.

En Europa, Demakos, Repapis y Drivas (2021) analizaron como con la adición de fibras de acero se comporta el concreto, demostrando que estas fibras mejoran la resistencia al corte y la durabilidad del material. Los resultados de este estudio se alinean con los hallazgos de otros investigadores que han documentado los beneficios de las fibras de acero en la resistencia a la tracción y la prevención de fisuras.

Además, estudios locales en Perú, como los de Olivera, Guevara y Muñoz (2022), han destacado problemas significativos de agrietamiento en el concreto utilizado, atribuidos a la porosidad causada por un desequilibrio en la relación agua-cemento. La inclusión de fibras de coco y acero en el concreto podría no solo mejorar sus propiedades mecánicas, sino también ofrecer una alternativa sostenible y económica en la construcción.

Estos antecedentes muestran que la investigación sobre la adición de fibras al concreto es un campo activo y global, con estudios que abordan diferentes aspectos y condiciones, pero que en conjunto evidencian una relación provechosa en relación a las variables de estudio y las mejoras en las propiedades del concreto.

2. En el ámbito de la investigación sobre la adición de fibras de coco y acero dentro del concreto, las variables de estudio más utilizadas se centran en las propiedades mecánicas del concreto. La resistencia a la compresión se define

como la capacidad del concreto para soportar cargas axiales de compresión sin fallar. Esta propiedad es crucial para la estabilidad de las estructuras de concreto, y se mide mediante ensayos estandarizados que aplican una carga gradual hasta que se produce la falla (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p. 18). La resistencia a la flexión mide la capacidad del concreto para soportar fuerzas que tienden a doblarlo, siendo especialmente relevante para elementos estructurales como vigas y losas. Este ensayo se realiza aplicando una carga central en una probeta prismática, registrando la carga y la deformación hasta la falla (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p. 5). La resistencia a la tracción es la capacidad del concreto para soportar fuerzas de estiramiento sin fallar. Se obtiene del ensayo de tracción, donde se mide la máxima tensión que el material puede soportar antes de romperse, evaluando propiedades clave como la resistencia última y la elasticidad (Resan et al., 2020, p. 6).

3. Las dimensiones planteadas con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la adición de fibras de coco y acero en el concreto son la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción; La resistencia a la compresión se refiere a la capacidad del concreto para soportar cargas axiales sin fallar, medida a través de ensayos estandarizados (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p. 18); La resistencia a la flexión mide la capacidad del concreto para soportar fuerzas de flexión, crucial para elementos estructurales como vigas y losas (Humaidi, Yanuar y Adhi, 2023, p. 5); La resistencia a la tracción se refiere a la capacidad del material para resistir fuerzas de estiramiento, medida mediante ensayos de tracción (Resan et al., 2020, p. 6).
4. Las teorías consideradas en esta investigación han sido: La teoría del concreto se remonta a tiempos antiguos, destacando el uso de materiales cementicios desde las civilizaciones mesopotámicas hasta la Roma antigua (Rosa et al., 2023, p. 8); La teoría de las fibras de acero señala que estas fibras, introducidas formalmente en el siglo XIX, mejoran la resistencia y durabilidad del concreto al controlar la fisuración (Du y Ikotun, 2023, p. 4); La teoría de las fibras de coco se basa en el uso tradicional de estas fibras en regiones tropicales, destacando su sostenibilidad y propiedades mecánicas beneficiosas (Ahmad et al., 2022, p. 9).

REFERENCIAS

VARGHESE, Antony y UNNIKRISHNAN Sujatha. Mechanical strength of coconut fiber reinforced concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 1 n°1: 1-8, 2023. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323032716>
ISSN 2214-7853.

KHAN, Inayat [et al]. Mechanical Properties of Steel-Fiber-Reinforced Concrete. En: *ICEC 2022* [en línea]. Vol. 22 n°1: 1-7, 2022. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-4591/22/1/6>
ISSN 2673-4591.

OLIVERA, Yamalit, GUEVARA, Sandro y MUÑOZ, Sócrates. Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de origen artificial-natural. *ing.* [en línea]. Vol. 27 n°2: 1-18, 2022. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/18207>
ISSN 0121-750X.

SLOWIK, Marta. The analysis of failure in concrete and reinforced concrete beams with different reinforcement ratio. *Archive of Applied Mechanics* [en línea]. Vol. 89 n°5: 1-11, 2018. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00419-018-1476-5>
ISSN 1432-0681.

GIL, Harveth, ZULETA, Alejandro y REYES, David. Mechanical properties and sustainability aspects of coconut fiber modified concrete. *Scientia et Technica* [en línea]. Vol. 26 n°1: 1-8, 2021. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/849/84966670008/html/>
ISSN: 2344-7214

DEMAKOS, Constantinos, REPAPIS, Constantinos y DRIVAS, Dimitros. Experimental Investigation of Shear Strength for Steel Fibre Reinforced Concrete

Beams. *The Open Construction & Building Technology Journal* [en línea]. Vol. 15 n°1: 1-12, 2021. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible

en:

<https://openconstructionbuildingtechnologyjournal.com/VOLUME/15/PAGE/81/>

ISSN: 1874-8368

AN, Feng, ZHANG, Fei y HOU, Chuan. Influence of mechanical properties of concrete on the failure behaviour of FRP-to-concrete interface. *Construction and Building Materials* [en línea]. Vol. 264, n°1: 1-11: 2020. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820325770?via%3Dihub>

ISSN: 0950-0618

HUAMÁN, Marilyn, RODRIGUEZ, Talía, DÍAZ, David. Comparison of physical and mechanical properties of traditional concrete and with recycled metal fibers. *Gaceta Técnica* [en línea]. Vol. 23 n°2: 1-15, 2022. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/gt/article/view/4036>

ISSN: 2477-9539

FARFÁN, Marlon [et al]. Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista Gaceta Técnica* [en línea]. Vol. 20 n°2: 1-11, 2019. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/gt/article/view/2221>

ISSN: 2477-9539

REYNA, Roy, SANTOS, Cristiam's y ACUÑA, Carlos. Estudio experimental de las propiedades mecánicas del hormigón simple y reforzado con fibras bajo carga monotónica. *TECNIA* [en línea]. Vol. 32 n°2: 1-9, 2022. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/1411>

ISSN 2309-0413.

MAS, Jhonn, SOLANO, Ruthenford y CARRERA, Elsa. Sustainable Concrete with Coconut Fibers to Improve its Mechanical Characteristics in Buildings. *Materials Science Forum* [en línea]. Vol. 1060 n°1: 1-7, 2022. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.scientific.net/MSF.1060.187>

ISSN 1662-9752.

JARAMILLO, Honorio y YOCTUN, Roberto. Confiabilidad de la velocidad de pulso ultrasónico para análisis y comparación de la resistencia a compresión de concreto convencional con adición de fibra de acero y polipropileno. *Revista Gaceta Técnica* [en línea]. Vol. 24 n°1: 1-20, 2023. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://revistas.uclave.org/index.php/gt/article/view/4380>

ISSN 2477-9539.

SHCHERBAN', Evgenii [et al]. Normal-Weight Concrete with Improved Stress–Strain Characteristics Reinforced with Dispersed Coconut Fibers por. *Applied Sciences* [en línea]. Vol. 12 n°22: 1-20, 2022. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/22/11734>

ISSN 2076-3417.

SYED, Habibunnisa, NERELLA Ruben y MADDURU, Chand. Role of coconut coir fiber in concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol, 27 n°1: 1-7. 2020 [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2023].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320305824>

ISSN 2214-7853.

RESAN, Sa'ad [et al]. New approach of concrete tensile strength test. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. Vol. 12 n°1: 1-13, 2020. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221450952030019X?via%3Dihub>

ISSN: 2214-5095

PŘIKRYL, Richard. Geomaterials as construction aggregates: a state-of-the-art. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* [en línea]. Vol. 80, n°12:

8831–8845, 2021. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10064-021-02488-9>

ISSN: 1435-9537

DU, Louis y IKOTUN, Bolanle D. The mechanical behaviour of steel fibre reinforced concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Vol. 85 n°1: 1-4, 2023. [Fecha de consulta: de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323028924?via%3Dihub>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323028924?via%3Dihub>

ISSN: 2214-7853

AHMAD, Jawad [et al.] MECHANICAL and Durability Performance of Coconut Fiber Reinforced Concrete: A State-of-the-Art Review. *Materials* [en línea]. Vol. 15, n°10: 1-24, 2022. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/10/3601>

ISSN: 1996-1944

HUMAIDI, Muhammad, YANUAR, Khairil y ADHI, Reza. Correlation between Compressive Strength of Concrete and Flexural Strength of Concrete Using Local Aggregates. *Journal of Mechanical, Civil and Industrial Engineering* [en línea]. Vol. 4, n°2: 11–17, 2023. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://al-kindipublisher.com/index.php/jmcie/article/view/4972>

ISSN: 2710-1436

NITHURSHAN, Mylvaganam y ELAKNESWARAN, Yogarajah. A systematic review and assessment of concrete strength prediction models. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. Vol. 18 n°1: 1-15, 2023. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523000098?via%3Dihub>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523000098?via%3Dihub>

ISSN: 2214-5095

LAVAGNA, Luca y NISTICÒ Roberto. An Insight into the Chemistry of Cement—A Review. *Applied Sciences* [en línea]. Vol. 13 n°1: 1-19, 2022. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/1/203>

ISSN: 2076-3417

ROSA, Ana [et al]. Use of operational research techniques for concrete mix design: A systematic review. *Heliyon* [en línea]. Vol. 9 n°4: 1-23, 2023. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2023].

Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(23\)02569-0?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844023025690%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(23)02569-0?returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844023025690%3Fshowall%3Dtrue)

ISSN: 2405-8440

ANEXOS

Reporte TURNITIN

BACHILLER SIN ANEXOS

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to University of Southern Mississippi Trabajo del estudiante	1%
6	patents.google.com Fuente de Internet	<1%
7	Honorio Rigoberto Jaramillo Machacuay, Roberto Roland Yoctun Rios. "Confiabilidad de la velocidad de pulso ultrasónico para análisis y comparación de la resistencia a compresión de concreto convencional con adición de fibra	<1%