



*Fibra de coco y su efecto en la resistencia a la compresión simple y porosidad del hormigón*

*Coconut fiber and its effect on the simple compressive strength and porosity of concrete*

*Fibra de coco e seu efeito na resistência à compressão simples e na porosidade do concreto*

Jhonny Nazael Cedeño-Vélez<sup>I</sup>

[jncedeno1027@utm.edu.ec](mailto:jncedeno1027@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0007-8561-7518>

Jean Pierre Vincés-Macías<sup>II</sup>

[jvinces3863@utm.edu.ec](mailto:jvinces3863@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-0990-4843>

Juan Carlos Guerra-Mera<sup>III</sup>

[juan.guerra@utm.edu.ec](mailto:juan.guerra@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-6597-0022>

**Correspondencia:** [jncedeno1027@utm.edu.ec](mailto:jncedeno1027@utm.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 30 de noviembre de 2023 \* **Aceptado:** 10 de diciembre de 2023 \* **Publicado:** 19 de enero de 2024

- I. Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Estudiante de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Docente Principal del Departamento de Construcciones Civiles, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

## Resumen

Este estudio explora el impacto de la fibra de coco como sustituto al agregado fino en la resistencia y porosidad del hormigón de 21 MPa. Siendo la fibra de coco un desecho orgánico común en la región costera, es imperioso investigar si este desecho puede mejorar las propiedades de durabilidad y calidad del hormigón en el uso dentro del campo de la ingeniería civil. El propósito es determinar cómo la sustitución de la fibra de coco, en diferentes porcentajes, afecta la resistencia a la compresión simple y la porosidad del hormigón. Se busca evaluar si esta fibra natural puede ser viable para mejorar la calidad del hormigón.

Por lo cual se empleó una metodología que incluyó la caracterización de los agregados y la sustitución de fibra de coco, tratada con cal en porcentajes de 0.5, 1.5 y 3 % del peso al agregado fino. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y porosidad en especímenes de hormigón, siguiendo normativas NTE-INEN y ASTM. Los ensayos se efectuaron a intervalos de 7, 14 y 28 días. Los resultados indicaron que la resistencia a la compresión disminuyó y el porcentaje de porosidad capilar efectivo aumentó con el incremento del porcentaje de fibra de coco. La mezcla con 1.5% de fibra mantuvo la resistencia dentro de un rango aceptable, mientras que la sustitución del 3% resultó en resistencia y porosidad por debajo de los estándares requeridos. La sustitución de fibra de coco hasta un 1.5% puede ser una alternativa sostenible para mejorar el hormigón en el campo de la ingeniería civil, equilibrando resistencia y porosidad. Sin embargo, porcentajes más altos afectan negativamente estas propiedades, resaltando la necesidad de otras investigaciones para optimizar su uso en base la longitud, procedencia y variedad.

**Palabras claves:** Fibra de coco; Porcentaje; Porosidad; Resistencia a la compresión; Hormigón.

## Abstract

This study explores the impact of coconut fiber as a substitute for fine aggregate on the strength and porosity of 21 MPa concrete. Coconut fiber being a common organic waste in the coastal region, it is imperative to investigate whether this waste can improve the durability and quality properties of concrete in use within the field of civil engineering. The purpose is to determine how the replacement of coconut fiber, in different percentages, affects the simple compressive strength and porosity of the concrete. The aim is to evaluate whether this natural fiber can be viable to improve the quality of concrete.

Therefore, a methodology was used that included the characterization of the aggregates and the replacement of coconut fiber, treated with lime in percentages of 0.5, 1.5 and 3% of the weight to the fine aggregate. Compressive strength and porosity tests were carried out on concrete specimens, following NTE-INEN and ASTM regulations. The tests were carried out at intervals of 7, 14 and 28 days. The results indicated that the compressive strength decreased and the percentage of effective capillary porosity increased with the increase in the percentage of coconut fiber. The mixture with 1.5% fiber kept the strength within an acceptable range, while the 3% substitution resulted in strength and porosity below the required standards. The replacement of coconut fiber up to 1.5% can be a sustainable alternative to improve concrete in the field of civil engineering, balancing strength and porosity. However, higher percentages negatively affect these properties, highlighting the need for further research to optimize their use based on length, origin and variety.

**Keywords:** Coconut fiber; Percentage; Porosity; Compression resistance; Concrete.

## Resumo

Este estudo explora o impacto da fibra de coco como substituto do agregado fino na resistência e na porosidade do concreto de 21 MPa. Sendo a fibra de coco um resíduo orgânico comum na região costeira, é imperativo investigar se este resíduo pode melhorar a durabilidade e as propriedades de qualidade do concreto em uso na área de engenharia civil. O objetivo é determinar como a substituição da fibra de coco, em diferentes porcentagens, afeta a resistência à compressão simples e a porosidade do concreto. O objetivo é avaliar se esta fibra natural pode ser viável para melhorar a qualidade do concreto.

Para tanto, foi utilizada uma metodologia que incluiu a caracterização dos agregados e a substituição da fibra de coco, tratada com cal em percentuais de 0,5, 1,5 e 3% em peso ao agregado miúdo. Foram realizados ensaios de resistência à compressão e porosidade em corpos de prova de concreto, seguindo normas NTE-INEN e ASTM. Os testes foram realizados em intervalos de 7, 14 e 28 dias. Os resultados indicaram que a resistência à compressão diminuiu e o percentual de porosidade capilar efetiva aumentou com o aumento do percentual de fibra de coco. A mistura com 1,5% de fibra manteve a resistência dentro da faixa aceitável, enquanto a substituição de 3% resultou em resistência e porosidade abaixo dos padrões exigidos. A substituição da fibra de coco em até 1,5% pode ser uma alternativa sustentável para melhorar o concreto na área da engenharia civil, equilibrando resistência e porosidade. No entanto, percentagens mais elevadas afetam

negativamente estas propiedades, realçando a necessidade de mais pesquisas para otimizar a sua utilização com base no comprimento, origem e variedade.

**Palavras-chave:** Fibra de coco; Percentagem; Porosidade; Resistência à compressão; Concreto.

## Introducción

El presente estudio se enfocó en la evaluación de cómo la sustitución de fibra de coco afecta la resistencia a la compresión simple y la porosidad capilar en hormigones de 21 MPa. Con este estudio se busca identificar como, la sustitución de fibras de coco en el agregado fino, influye en el comportamiento mecánico y la durabilidad del hormigón, considerando su relevancia en la ingeniería civil moderna. El análisis detallado de estas propiedades, permitió determinar si la fibra de coco representa una alternativa viable y sostenible para mejorar la calidad del hormigón en diversas aplicaciones en el campo de la ingeniería civil, así como también dar una contribución al medio ambiente al deshacerse de este desecho orgánico muy común de la región costa.

La realización de esta investigación surgió de una problemática observada, la cual podría ser solucionada y a su vez brindaría una mejoría en la calidad de las construcciones. (Vela y León, 2016), “Las fibras son generalmente utilizadas en el concreto para controlar el encogimiento, las grietas y resquebrajamiento por efecto del secado. Asimismo, la menor permeabilidad del hormigón y, por tanto, reducir el escurrimiento de agua” (pág. 22).

Otros autores como Rivera et al., en un estudio sobre la fibra de coco como aditivo de mejoramiento en la elaboración de bloques, observo que:

Los bloques con fibras de coco no se desintegraban a la hora de hacer los ensayos de laboratorios a compresión debido a las fibras, haciendo que las fallas fueran graduales, todo lo contrario, con los bloques que no tenían fibras ya que estos se fracturaron en su totalidad. (2021, p.1657)

Desde el punto de vista de Quito et al. (2023) realizaron estudios con fibras vegetales (bagazo caña de azúcar), con importantes propiedades mecánicas, sin embargo, observaron un desempeño desfavorable en la utilización de la CBCA en porcentajes igual o mayores al 15% (p,15).

La inclusión de fibras de desechos orgánicos en el hormigón tiene varios efectos; en el caso de la fibra del coco, estas mejoran la resistencia a la compresión simple, proporcionando cohesión y evitando la desintegración total bajo carga, lo cual es crucial para aplicaciones en bloques de hormigón. Sin embargo, en el caso de fibras vegetales, complican la manejabilidad del hormigón,

interfiriendo con la mezcla y requiriendo ajustes como más agua o aditivos. Este desafío destaca la necesidad de equilibrar las mejoras en las propiedades mecánicas con la trabajabilidad de la mezcla. El coco es una fruta que abunda en varias provincias de la costa de Ecuador y del mundo, su consumo genera desechos orgánicos, los cuales se observan más comúnmente en zonas cercanas al río y que son arrastradas hacia el mar. Según el último Censo Nacional Agropecuario, la provincia con mayor producción de coco es Esmeraldas, con un número de hectáreas que alcanzan el 77,26% del total nacional, seguida de Manabí con el 18,72%. Ante este desecho natural, que lo tenemos en grandes cantidades, se consideró la posibilidad de usar la fibra de coco extraída cuidadosamente del mesocarpio de éste, cortada en una longitud de 3 centímetros, y sustituirla en porcentajes del 0.5, 1.5, y 3% con respecto al peso del agregado fino por metro cubico.

Además, hay que tener en consideración que, “la porosidad efectiva juega un papel fundamental en el desempeño por durabilidad del hormigón, ya que es un parámetro que, en dependencia de su valor, permite de una manera exacta y precisa establecer y evaluar la calidad del hormigón.” (Guerra et al., 2018; García et al., 2023; Escobar et al., 2023).

Algunos autores han indicado que

Es importante tener en cuenta “como una herramienta necesaria y suficiente sobre la durabilidad de las estructuras de hormigón armado, no basta solamente la determinación de la resistencia a la compresión, sino que además se tiene la necesidad de obtener hormigones con un porcentaje de porosidad capilar efectivo inferior al 10%”. (Guerra et al., 2023; Parrales et al., 2023)

La porosidad capilar efectiva del hormigón es una propiedad más, para su durabilidad y calidad. Un hormigón con menor porosidad efectiva muestra mejor durabilidad y resistencia a la compresión. Por el contrario, un aumento en la porosidad reduce directamente la resistencia a la compresión del hormigón, afectando su desempeño.

Lo que se desea investigar es, si el hormigón mejora su resistencia a la compresión simple y su porosidad al sustituir la fibra de estopa de coco de tres centímetros de longitud, en los porcentajes propuestos: 0.5, 1.5, y 3%.

Los resultados encontrados hasta ahora sugieren que los concretos reforzados con fibras naturales pueden ser una alternativa en la construcción de infraestructura y vivienda de bajo costo. Su utilidad se ha comprobado en varios países y su aplicación ha sido continua. Actualmente, el interés proviene de los países pobres y en vías de desarrollo ya que son éstos los que poseen los recursos

naturales y son también, los países con mayores problemas para satisfacer la demanda de vivienda que requiere su población (Juárez, 2002) (Villanueva, 2016, p. 17).

Kumendong y Mantiri, añadió a la mezcla de hormigón aserrín de coco con un porcentaje de 2,5 %, 5 % y 7,5 % en peso de cemento. Los resultados muestran que el concreto que contiene 5% de aserrín de coco exhibió la mayor resistencia a la compresión a los 7 días con un valor promedio de 25,71 MPa, mientras que a los 28 días la resistencia a la compresión es de 30,50 MPa y no hay una diferencia significativa en comparación con una variación del 2,5% (2019, p.187)

La adición de aserrín de coco al hormigón muestra un impacto positivo en su resistencia a la compresión. Un contenido óptimo del 5% de aserrín de coco en el peso del cemento resulta en la mayor resistencia.

Al ser positivos los resultados, sería muy beneficioso el poder utilizar de una manera productiva la utilización de esta fibra de coco en el hormigón en las construcciones, se estaría aprovechando un recurso natural que normalmente es desperdiciado y que se encuentra a disposición, generando mejoría en el ecosistema y en las obras civiles.

El análisis de esta investigación consiste en, determinar ¿De qué manera incide la adición de la fibra de coco en un hormigón de 21 MPa en su resistencia a la compresión simple y porosidad capilar ?, siendo el objetivo de comprobar cómo la implementación de la fibra de coco en el hormigón repercute en la resistencia a compresión simple y porosidad de éste. A través de los ensayos de probetas cilíndricas de hormigón con la adición de la fibra de coco, se pretende comprobar la factibilidad de sustituir la fibra de coco en el agregado fino y por ende en el hormigón y la determinación del porcentaje de sustitución adecuado para obtener los mejores resultados en el hormigón.

## **Materiales y métodos**

Con el propósito de lograr diseños de mezclas adecuados, que posibilite la obtención de una resistencia a compresión especificada de 21 MPa, resistencia a compresión media requerida de 29,4 MPa y porosidad capilar efectiva idónea; para la presente investigación, se utilizó la fibra de coco de la finca Azueña de la Parroquia Picoaza del cantón Portoviejo. La fibra de coco es la parte del coco que se obtiene de la estopa o mesocarpio que se encuentra entre el exocarpo duro o cubierta externa y el endocarpio o envoltura dura (ver Figura 1). Además, dos tipos de agregados, provenientes de dos canteras ubicadas en dos provincias del país.





*Figura 1: Fibra de coco mesocarpio*

El agregado fino, el cual proviene de la cantera Portoviejo-Manabí, agregado grueso de tamaño de 1/2” de la cantera de Guayaquil-Guayas. Respecto al cemento, se utilizó la marca SELVALEGRE es un cemento portland puzolánico, tipo IP, diseñado para construcciones de hormigón en general, que cumple con los requerimientos de la norma NTE INEN 490 (Norma Técnica Ecuatoriana) y ASTM C 595.

Se acogió una metodología que implicó el análisis de los componentes del hormigón, con especial atención en los agregados finos y la fibra de coco, una comprensión de cómo la fibra de coco puede modificar la microestructura del hormigón, ofreciendo así nuevas perspectivas para el diseño de mezclas de hormigón.

Dicha fibra fue tratada con óxido de calcio (Cal) figura 2, para limpiarla de las impurezas provenientes del fruto durante su pelado y confinamiento; protegerla del ataque microbiológico por parte de hongos y levaduras; y mejorar su adherencia. Para esto se tritura las cortezas de coco hasta obtener las fibras del mesocarpio, se procede a secarlas, para posteriormente sumergirlas en una lechada de cal (10 gramos de cal por cada litro de agua) durante un periodo de 48 horas, para finalmente secarla al ambiente como se demuestra en la figura 3 y cortarlas en longitudes de 3cm.



**Figura 2:** Tratamiento fibra de coco



**Figura 3:** Secado al ambiente

Siguiendo las normativas de las NTE-INEN, la adición de fibra de coco fue estudiada para determinar su impacto en la resistencia a la compresión simple, así como en la porosidad capilar del hormigón, factores críticos en la durabilidad y eficacia del material.

Además, implicó la caracterización de los agregados, utilizando las directrices del ACI 211.1 del American Concrete Institute y los estándares de la ASTM C33. Se acató las normativas ecuatorianas, específicamente la NTE INEN 1855-1:2015 y la NTE INEN 1855-2:2015. Dicha caracterización fue realizada en el laboratorio de Suelos y Hormigones de la Universidad Técnica de Manabí.

En la parte experimental de la investigación, se la realizó en 36 especímenes obtenidos en moldes de 4 x 8 pulgadas en base a las normas ASTM C39, C192, C470, de las cuales 32 especímenes se destinaron para realizar ensayos de resistencia a la compresión; como se indica en la figura 4 y cuatro para el porcentaje de porosidad capilar efectivo. Dichas muestras se agruparon en cuatro grupos distintos, basados en la dosificación inicial y los porcentajes propuestos: 0.5, 1.5, y 3%. asignando nueve probetas a cada grupo.

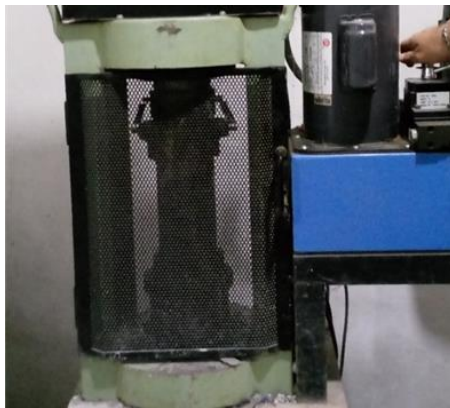


**Figura 4:** Especímenes de hormigón



En cuanto a la resistencia a la compresión simple, se evaluó en intervalos a los 7, 14 y 28 días, destinando dos muestras a los siete días, tres muestras a los 14 y 21 días respectivamente.

Los procedimientos para evaluar la calidad del hormigón se efectuaron conforme a la normativa ASTM C39, aplicando ensayos de resistencia a la compresión en muestras sometidas a curado durante periodos de tiempo específicos, comprendidos en 7, 14 y 28 días. Para llevar a cabo dichos ensayos, se utilizó una máquina de compresión, tal como se ilustra en la figura 5.



*Figura 5: Máquina de compresión*

El porcentaje de porosidad capilar efectivo del hormigón ( $P_c$ ), para los cuatro diseños de dosificaciones, se determinó de acuerdo a la metodología establecida por Göran Fagerlund referenciada en la norma, a partir de la absorción capilar del agua en probetas de hormigones (ASTM C 1585).

De los cuatro especímenes para el porcentaje de porosidad capilar efectivo, se obtuvieron 12 muestras (tres por cada una de las cuatro dosificaciones, inicial y las sustituciones de 0,5, 1,5 y 3% de fibra de coco), para el ensayo de la porosidad capilar efectiva se realizaron cortes de 30 mm de espesor, con una sierra de tungsteno de marca CUSHION CUT como se lo muestra en la figura 6, evitando fisuras en sus bordes. Posterior a esto, fueron llevadas a un secado de 50°C como se lo demuestra en la figura 7, para su respectivo enfriamiento generando un peso constante.



**Figura 6:** Cortes de 30 mm



**Figura 7:** Secado a 50°C.

Las muestras con anterioridad se pesaron en seco a temperatura ambiente de 23°C antes del contacto con el agua, posterior a esto se tomaron los pesos en función de intervalos de tiempos normalizados.

Para los resultados de las muestras se emplearon los parámetros del método de absorción evaluados mediante la ecuación 1.

$$Pe = \frac{k\sqrt{m}}{1000} \quad \% \quad (1)$$

- Penetración del agua “m”
- Coeficientes de absorción “K”
- Porosidad efectiva “Pe”

Para la etapa experimental utilizamos el siguiente esquema o codificación. DI (Diseño inicial 21MPa) - FC (Fibra coco %). En las Variables independiente (porcentaje de fibra de coco) y las variables dependientes (resistencia a la compresión simple y porosidad capilar efectiva).

Los diseños de las mezclas de hormigón se detallan en la tabla 1. Los moldes tienen 100 y 200 mm de diámetro y altura respectivamente.

**Figura 8:** Resultados de los diseños de mezclas

Materiales	DI	FC 0,5%	FC 1,5%	FC 3,0%
Cemento (Kg)	6,57	6,57	6,57	6,57
Agregado grueso	15,98	15,98	15,98	15,98
Agregado fino (Kg)	14,28	14,21	14,07	13,85

Fibra de coco (Kg)	0	0,071	0,21	0,43
Agua, (Lt)	3,61	3,61	3,61	3,61

## Resultados y discusión

### Resistencia a compresión

De los resultados obtenidos, se pudo comprobar, tal y como se puede observar en la tabla 2, donde se especifican cuatro dosificaciones desde la inicial hasta las sustituciones de 0,5, 1,5 y 3% de fibra de coco, con la relación agua cemento de 0,55 para ocho cilindros de cada una; a los siete días (dos cilindros) a los 14 y 28 días (tres cilindros).

*Figura 9: Resultados ensayo de resistencia a la compresión según las dosificaciones.*

Relación a/c	Total de muestras	Series de muestras	Diseño	Fc (MPa) (7días)	Fc (MPa) (14 días)	Fc (MPa) (28 días)
0,55	32	8	DI	14,38	18,88	24,60
		8	FC 0,5%	13,98	18,16	22,62
		8	FC 1,5 %	13,45	17,52	21,21
		8	FC 3,0 %	13,29	16,44	18,64

En la figura 9, se detallan los resultados de resistencia a compresión, a los 7 días el hormigón inicial presenta la mejor resistencia, se observa una disminución en la resistencia a la compresión a medida que aumenta el porcentaje de fibra de coco, a pesar de esto el diseño inicial y la sustitución del 0,5% cumplen con el intervalo de 65 a 75% de su resistencia de 21 MPa.

A los 14 días se mantiene la tendencia de los 7 días, en el cual la resistencia a la compresión disminuye a medida que aumenta el porcentaje de fibra de coco en la mezcla. El diseño inicial muestra la mayor resistencia a la compresión, incluso superando el rango de 82 al 87% de su resistencia. El efecto de la fibra de coco, la adición de 0,5 y 1,5% se mantiene la resistencia dentro del rango aceptable. La sustitución del 3,0% reduce la resistencia por debajo del rango establecido. A los 28 días la mezcla inicial, la de 0,5% y 1,5% de fibra de coco, están por encima de la resistencia a compresión especificada de 21 MPa; la mezcla con 3,0% de fibra de coco no alcanza el mínimo requerido; por lo tanto, afecta de una forma negativa.

### Porcentaje de porosidad capilar efectivo

El porcentaje de porosidad capilar efectivo presente en los especímenes de hormigón, se analizó en base a los cuatro especímenes, uno por cada diseño y se obtuvieron 12 especímenes (tres por cada una de las cuatro dosificaciones, inicial y las sustituciones de 0,5, 1,5 y 3% de fibra de coco). Según la Red Iberoamericana XV.B. DURAR (Durabilidad de la armadura) del año 1997, del Programa CYTED, los criterios de evaluación son, un hormigón con un porcentaje de porosidad efectiva menor o igual al 10% se considera de buena calidad y compacidad. Porosidad efectiva entre el 10% y el 15% se considera de moderada calidad y si el porcentaje es  $>15\%$ , indica un hormigón de durabilidad inadecuada.

*Figura 10: Resultados ensayo porosidad capilar efectiva.*

Diseños	Total de especímenes	Porosidad efectiva, (%)
Inicial	3	8,03
FC 0,5%	3	9,42
FC 1,5%	3	9,86
FC 3,0%	3	14,08

Como se puede apreciarse en la figura 10, para el porcentaje de porosidad capilar efectivo en el diseño inicial y los porcentajes del 0,5 y 1,5 %, la variable evaluada tiene valores por debajo del 10%, y se considera de buena calidad y compacidad. En cambio, el porcentaje de porosidad efectiva capilar en la sustitución del 3% de la fibra de coco está por encima del 10%, lo cual se considera de moderada calidad.

Cabe mencionar que, de acuerdo con los resultados la porosidad efectiva del hormigón es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión, pues si la resistencia a la compresión es menor el porcentaje de dicha propiedad tiende a aumentar.

### Resistencia a compresión y porcentaje de porosidad capilar efectivo

De los resultados obtenidos en los ensayos realizados al diseño inicial y a las tres sustituciones, como se lo demuestra en la tabla 4, reflejan una correlación inversa entre la resistencia a la compresión simple y la porosidad capilar. A medida que aumenta la porosidad, disminuye la

resistencia a la compresión. Este incremento en la porosidad puede estar directamente relacionado con la disminución de la resistencia a la compresión, dado que una mayor porosidad generalmente implica una menor densidad y, por ende, una menor resistencia estructural.

*Figura 11: Resultados resistencia a la compresión y porcentaje de porosidad capilar efectivo.*

Diseños	Resistencia a la compresión (MPa)	Porcentaje porosidad (%)
Inicial	24,60	8,03
FC 0,5%	22,62	9,42
FC 1,5%	21,21	9,86
FC 3,0%	18,64	14,08

Dado que el diseño de sustitución de la fibra de coco en un 1,5% en esta investigación preliminar, se acerca más al criterio de resistencia y el diseño inicial al de porosidad, una combinación o modificación de estos podría ser un punto de partida para futuras optimizaciones.

## Conclusiones

Los estudios indican que la adición de fibras de coco cumple con la resistencia a la compresión simple del hormigón hasta un 1,5%. Esto sugiere que la fibra de coco podría ser una alternativa viable para mejorar la calidad del hormigón en ciertas aplicaciones de ingeniería civil.

La investigación muestra que el porcentaje de porosidad capilar efectivo del hormigón juega un papel fundamental en su durabilidad. Aunque la sustitución de fibra de coco puede aumentar la porosidad, el estudio sugiere que ciertos porcentajes de fibra de coco, como el 1.5%, podrían equilibrar la resistencia y porosidad efectiva, manteniendo la última por debajo del umbral crítico del 10%.

La sustitución del 3% de fibra de coco, no cumple con la resistencia a la compresión especificada de 21MPa y el porcentaje de porosidad capilar efectivo mínimo del 10%.

Es importante resaltar la necesidad de futuras investigaciones, para optimizar la fibra de coco en el hormigón en base a su procedencia y variedad del coco y determinar la combinación, porcentajes y longitudes de la fibra.



## Referencias

1. Escobar-Hurtado, J. S., Guerra-Mera, J. C., & Eguez-Álava, H. E. (2023). Tamaño máximo del agregado y su influencia en la porosidad de un hormigón elaborado con fibra de vidrio. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(11 Ed. esp.), 2-17. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespmayo.0095>
2. García-Moreta, L. D., Morrillo-García, V. A., & Guerra-Mera, J. C. (2023). Características de dos agregados gruesos triturados que influyen en la porosidad del hormigón. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(11 Ed. esp.), 16-28. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11edespfeb.0086>
3. Guerra Mera, J. C., Howland Albear, J. J., & Castañeda Valdés, A. (2018). Primeras experiencias en el desempeño por durabilidad de un hormigón antes de usarlo en el perfil costero de Manabí, Ecuador. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 48(1), 27-40. Recuperado a partir de <https://revista.cnic.edu.cu/index.php/RevQuim/article/view/122>
4. Guerra-Mera, J. C., Puig-Martínez, R., Castañeda-Valdés, A., & Baque-Campozano, B. P. (2023). Estado del arte sobre durabilidad de estructuras de hormigón armado en perfiles costeros. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(11), 2-20. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i11.0080>
5. Juárez, C.A. (2002). *Concretos base Cemento Pórtland Reforzados con Fibras Naturales (Agave, Lechuguilla), como materiales para construcción en México. (Tesis de doctorado)*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
6. Kumendong, E. E., Supit, S. W., & Mantiri, H. (2019). Efectos del aserrín de coco sobre las propiedades mecánicas y la porosidad de mezclas de hormigón. *Revista de Ingeniería Sostenible: Serie de Actas*, 1(2), 187 -193.
7. Parrales-Espinales, V. J., Chilibingua-Lago, B., & Guerra-Mera, J. C. (2023). Composición de mezclas de agregados gruesos y finos en la resistencia a la compresión y porosidad del hormigón. *Polo del Conocimiento*, 8(11), 600-613. DOI: 10.23857/pc.v8i11.6227
8. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6227>
9. Quito-Solórzano, L. M., Macías-Salazar, K. E., & Guerra-Mera, J. C. (2022). Ceniza del bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistividad y resistencia del hormigón. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 5(10 Ed. esp.), 2-18. <https://doi.org/10.46296/ig.v5i10edespsep.0070>

10. Rivera Miranda, M.A., Jarquín Flores, L.A., Obando Francis, A.A., Arauz Urbina, J.C., & Flores-Pacheco, J.A. (2021). Fibra de coco como aditivo de mejoramiento en la elaboración de bloques. *Nexo Revista Científica*, 34(06), 1649-1657.
11. Vela Requejo, L. G., & Yovera León, R. E. (2016). Evaluación de las Propiedades Mecánicas del Concreto Adicionado con Fibra de Estopa de Coco.
12. Villanueva Monteza, N. E. (2016). Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).