

# Analysis of the Compressive Strength of Concrete $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> with Replacement of Coarse Aggregate by Coconut Shell

Luisa María de los Angeles Teatino Briones, Bach.<sup>1</sup> and Aarón Aldair Maluquish Chilon, Bach.<sup>2</sup>

Tulio Edgar Guillén Sheen, Ing.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, [N00168863@upn.pe](mailto:N00168863@upn.pe)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, [N00165879@upn.pe](mailto:N00165879@upn.pe)

<sup>3</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca - Perú, [tulio.guillen@upn.pe](mailto:tulio.guillen@upn.pe)

**Abstract:** *The objective of the research project was to test the resistance of concrete  $f'_c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> with coconut shell replacing 0.50%, 1.00% and 1.50% of coarse aggregate, whose quantitative - experimental method consists of making graphs and tables allowing To carry out data collection as a tool, the security protocols given by the Concrete Laboratory of the Universidad Privada del Norte Headquarters – Cajamarca were used, for the analysis and data procedure a mixture design was developed. The results are based on the ASTM C33 and ASTM C31 standards, Standard E060 - Reinforced Concrete and the Peruvian Technical Standard NTP 339.034 - 2015, which indicates in its article the number of specimens to be made, said resolution was made 16 specimens per standard concrete, coconut shell 0.50%, coconut shell 1.00% and coconut shell 1.50% having a total of 64 specimens and measuring their curing time of 7 days, 14 days, 21 and 28 days and verifying which is the best percentage of substitution of the coarse aggregate in the compression resistance, they can achieve a better compression performance through of compressive strength and verify that an organic material does work in particular.*

**Keywords:** *Coconut shell, aggregates, compressive strength*

# Análisis de la Resistencia a Compresión del Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución del Agregado Grueso por Cáscara de Coco

Luisa María de los Angeles Teatino Briones, Bach.<sup>1</sup> and Aarón Aldair Maluquish Chilon, Bach.<sup>2</sup>

Tulio Edgar Guillén Sheen, Ing.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, [N00168863@upn.pe](mailto:N00168863@upn.pe)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca – Perú, [N00165879@upn.pe](mailto:N00165879@upn.pe)

<sup>3</sup> Universidad Privada del Norte (UPN), Cajamarca - Perú, [tulio.guillen@upn.pe](mailto:tulio.guillen@upn.pe)

**Resumen:** *El objetivo del proyecto de investigación fue probar la resistencia del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con cáscara de coco reemplazando 0.50%, 1.00% y 1.50% de agregado grueso, cuyo método cuantitativo – experimental que consiste realizar gráficas y tablas permitiendo realizar una recolección de datos como herramienta se utilizó los protocolos de seguridad dados por el Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte Sede – Cajamarca, para el análisis y procedimiento de datos se desarrolló un diseño de mezcla. Los resultados están basados por las normas ASTM C33 y ASTM C31, Norma E060 - Concreto Armado y la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 – 2015 el que indica en su artículo el número de especímenes a realizar, dicha resolución se elaboró 16 especímenes por concreto patrón, cáscara de coco 0.50%, cáscara de coco 1.00% y cáscara de coco 1.50% teniendo un total de especímenes 64 y mediando su tiempo de curado de 7 días, 14 días, 21 y 28 días y verificar cual es el mejor porcentaje de sustitución del agregado grueso en la resistencia a la compresión pueden lograr un mejor rendimiento de compresión a través de la resistencia a la compresión y comprobar que un material orgánico si funciona en concreto.*

**Palabras clave:** *Cáscara de coco, agregados, resistencia a la compresión.*

## I. INTRODUCCIÓN

La construcción y la agricultura son actualmente dos de las industrias más contaminantes, ya que producen contaminación del aire, residuos y fragmentos. Por lo mismo, [29] indican que actualmente estamos intentando reciclar los residuos de frutas y agrícolas como el bambú, cáscara de arroz, gabazo darles un valor añadido y reutilizarlos para otros fines.

Las fibras naturales de animales y plantas han formado parte de la evolución humana desde los albores de la cultura. Muestran, según, [33] que se han utilizado durante mucho tiempo como materiales de refuerzo hasta la aparición del

refuerzo de hormigón convencional, que es económico y energéticamente eficiente.

Ellos, de acuerdo a [23], señalan en su artículo de investigación “Uso de cáscara de coco como sustitución parcial del agregado grueso - Un análisis experimental” – Jabalpur, India. Este estudio investigó la resistencia a la compresión del concreto M - 20 reemplazando los agregados gruesos naturales con 0%, 5%, 10%, 20% y 30% de cáscara de coco. La resistencia a la compresión del concreto de cáscara de coco se evaluó a los 7, 14, 21 y 28 días. La resistencia a la compresión del hormigón con cáscara de coco disminuyó a medida que aumentó el porcentaje de reposición. Las mezclas de concreto fueron probadas y comparadas con el concreto convencional en cuanto a resistencia a la compresión. El resultado del estudio muestra que el hormigón de cáscara de coco (CSC) se puede utilizar como hormigón ligero.

Desarrollaron, en la referencia [7], en su artículo de investigación “Morteros y hormigones foto catalíticos con adición de fibras de coco y sisal para reducir el impacto ambiental de los gases contaminantes” – Brasil. En esta investigación buscan nuevos métodos sostenible y alternativos como la incorporación de fibra de coco a un concreto tradicional para disminuir los residuos botados en el medio ambiente.

Según [4], en su artículo “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  usando fibra natural de coco como material de construcción en la Provincia de Rioja” es analizar las propiedades del hormigón serán de utilidad práctica para la elaboración de un concreto que puede ser utilizado en obras de ingeniería ya que es un concreto de  $f'c. 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Dicho anteriormente, se tiene la necesidad de estudiar algunos materiales orgánicos se consideró de manera importante estudiar la cáscara de coco ya que por sus diversas investigaciones a nivel internacional lo señalan como excelente elemento de buena resistencia y estabilidad en la construcción con respecto al ámbito nacional no hay muchas

investigaciones relacionadas al coco, pero por las pocas tesis, artículos han dicho que si óptimo para la construcción.

Por lo cual, se tiene que ver la composición de la cáscara de coco en el concreto al reemplazar al agregado grueso y ver su comportamiento durante ña compresión indicando que 0.50%, 1.00% y 150% son los más adecuados para lograr la resistencia antes mencionada.

Lo siguiente es evidenciar el estudio previo donde se utilizaron cáscaras de coco para agregado grueso debido a su resistencia de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Además, se indica en la referencia [6], que según las investigaciones se realizó el reemplazo de fibra de coco con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5% para una resistencia de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> señalan que durante los ensayos el uso de fibra o cascara de coco que se recicla y se utiliza en la construcción mejora las propiedades del hormigón.

Tambien por nuestra parte se realizó el mismo ensayo, en porcentajes de 10%, 20% y 30% al realizar el ensayo de resistencia a la compresión salió errónea ya que al agregar más cáscara de coco al concreto se vuelve menos resistencia.

Podemos indicar que la cáscara de coco es escasa en la cuidad de Cajamarca por lo cual se trajo de la cuidad de Tarapoto (Perú) y todo el proceso fue manualmente, triturando dicha cáscara, con la finalidad de que pase por la malla N° 04 y sea la sustitución del agregado grueso.

Con base en lo anterior, proponemos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> si se reemplaza el agregado grueso en el concreto por 0.50%, 1% y 1.50% de cáscara de coco?

Para ello, indicaremos que el objetivo general, es: Determinar la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del agregado grueso por cáscara de coco al 0.50%, 1% y 1.50%.

Para cumplir el objetivo general, se tuvo en cuenta los siguientes objetivos específicos: a. Determinar la resistencia a la compresión de un concreto patrón de acuerdo al diseño de mezcla. b. Determinar la resistencia a la compresión sustituyendo un 0.50%, 1.00% y 1.50% de cáscara de coco al agregado grueso para un concreto con  $f'c =210$  kg/cm<sup>2</sup>. c. Calcular la variación de la resistencia al sustituir de cáscara de coco para mejorar la resistencia a la compresión de concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>. d. Determinar cuál porcentaje es el más óptimo para un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al sustituir un 0.50%,1% y 1.50% de cáscara de coco al agregado grueso.

Para la presente investigación, tenemos como hipótesis: Dada la resistencia de un concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con

sustitución del agregado grueso por cáscara de coco en 0.50% la resistencia a la compresión disminuye en un 1%; sustituyendo en 1% la resistencia a la compresión disminuye en un 3%, y sustituyendo en 1.50% la resistencia a la compresión aumenta en un 5%.

## II. METODOLOGIA

La presente investigación, según su propósito es aplicada ya que se centra en analizar un mejoramiento de la resistencia del concreto con el uso de la cáscara de coco (objetivo) mediante los porcentajes de 0.50%, 1% y 1.50% (estrategia), su profundidad es explicativa, dado que determinará como influye la cáscara de coco al reemplazarlo por el agregado grueso, así mismo se conocerá la resistencia a la compresión.

Por último, según su naturaleza, tiene un enfoque cuantitativo, ya que se medirá la resistencia del concreto a través de la sustitución de agregado grueso por cáscara de coco donde la medición será mediante la toma de datos mediante los experimentos realizados en el laboratorio de concreto la Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.

Según la manipulación de variable es experimental, debido a que se usará las variables en estudio, es decir que se sustituirá el agregado grueso en porcentajes de 0.50%, 1% y 1.50% por la cáscara de coco el cual influye directamente en la resistencia a compresión del concreto.

Por otro lado, la muestra estará basada bajo la normativa (NTP 334.051 / ASTM C-109) “Método para determinar la resistencia a compresión de cada probeta de base de 15 cm de diámetro y una altura de 30 cm, en este caso la muestra coincide con el tamaño de la población por conveniencia del investigador, puesto que se ensayarán la totalidad de las muestras, es decir todas las 64 especímenes de probetas, 16 de cemento - agregado, las 48 probetas restantes tendrán los porcentajes de 0.50%, 1.00% y 1.50% teniendo en cuenta el análisis de diseño de mezcla, dichos especímenes serán de forma cilíndricas.

TABLA I  
MUESTRA - NÚMERO DE PROBETAS

MUESTRA	Número de Probetas				TOTAL
	7 días	14 días	21 días	28 días	
Patrón	4	4	4	4	16
0.50%	4	4	4	4	16
1.00%	4	4	4	4	16
1.50%	4	4	4	4	16
Total	64				

La razón por la que se adicionó la cáscara de coco en los porcentajes mencionados, es debido a que dicha sustitución del agregado grueso es que, dicha cáscara, posee propiedades de mejora de la resistencia, reduce el costo, además es

material orgánico y ayuda a ser un agregado liviano para el hormigón, además son los apropiados para incrementar la resistencia a compresión.

Finalmente, se elegirá el cemento Portland Tipo I porque es apto para un uso normal y no requiere ninguna propiedad, podemos manifestar también que, dicho tipo de cemento es el más utilizado para la construcción de muros de carga en el Perú.

La muestra escogida ha sido según los criterios de selección (inclusión y exclusión), la cual se describirá en la siguiente figura.

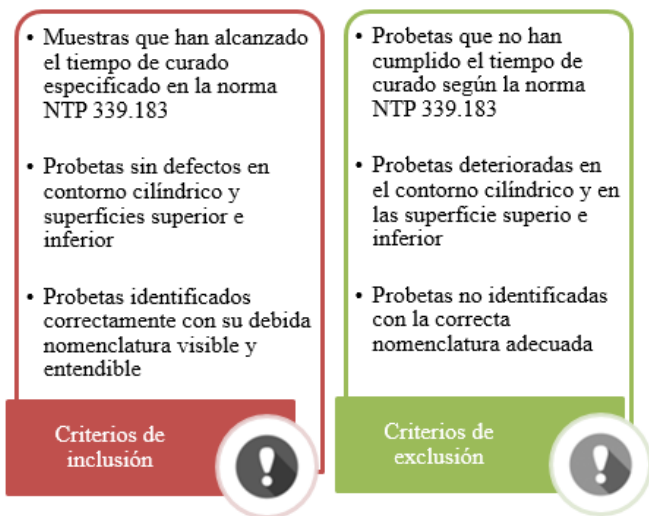


Fig. 1 Criterios de Inclusión e Exclusión

Fig. 2: Ensayos a realizar y normas empleadas.

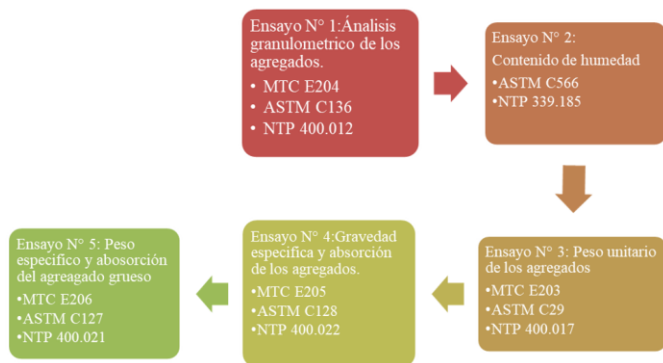


Fig. 2 Proceso de los ensayos de laboratorio realizados

La figura 2, muestra el orden y procedimiento de ejecución de los cinco (5) ensayos realizados, esto con la finalidad de determinar la resistencia a compresión al sustituir cáscara de coco en el 05.0%, 1% y 1.5% por agregado grueso es el correcto o no.

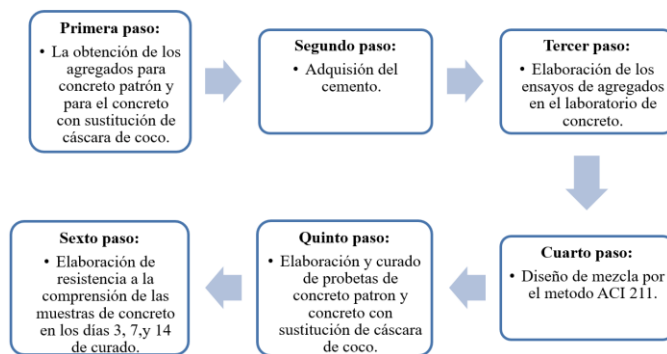


Fig. 3 Procedimiento de la investigación

Los agregados para utilizar en la presente investigación, fueron obtenidos de la Cantera “Mixer Piedra”, cercano al río Mashcon que pasa por la ciudad de Cajamarca, cuya ubicación geográfica se muestra a continuación:

TABLA II  
UBICACIÓN DE LA CANTERA “MIXER PIEDRA”

Ubicación de la Cantera		
Departamento	Provincia	Distrito
Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
Ubicación Geográfica		
Noreste	Altitud	
1200 metros	2755m.s.n.m.	

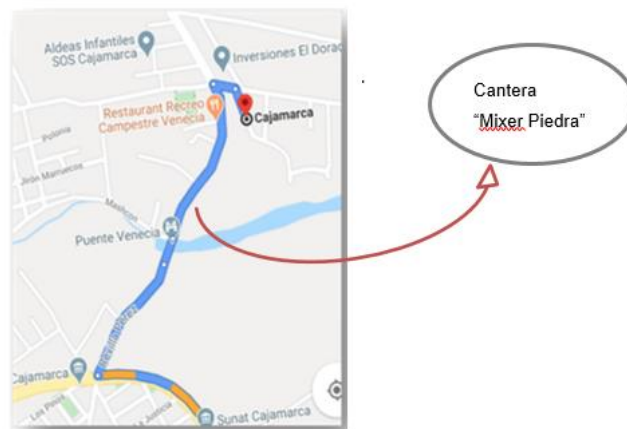


Fig. 4 Ubicación de la Cantera “Mixer Piedra”

### III. RESULTADOS

A continuación, se muestran los diferentes resultados obtenidos en la presente investigación:

✓ Análisis Granulométrico de los Agregados Fino y Grueso:

TABLA III  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TAMIZ (pulg)	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO (%)	HUSOS GRANULOMÉTRICOS	
						Límite superior	Límite inferior
N° 4	4.75	75.00	2.50	2.50	97.50	95	100
N° 8	2.36	347.00	11.57	14.07	85.93	80	100
N° 16	1.18	480.00	16.00	30.07	69.93	50	85
N° 30	0.6	552.00	18.40	48.47	51.53	25	60
N° 50	0.3	817.00	27.23	75.70	24.30	5	30
N° 100	0.15	478.00	15.93	91.63	8.37	0	10
N° 200	0.075	251.00	8.37	100.00	0.00	0.00%	0.00%
Bandeja		3000.00	100.00				

Para conocer la curva granulométrica del agregado fino el cual paso los diferentes tamices según normas MTC E204/ ASTM C136/ NTO 400.012. y la cantidad de material usado para dicho ensayo es de 3.00 kg.

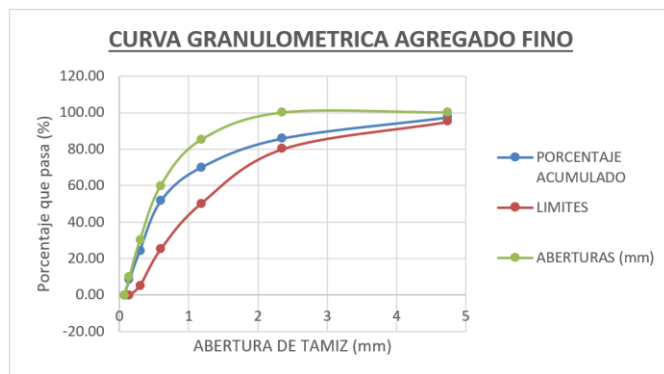


Fig. 5 Curva Granulométrica del agregado fino

La figura 5, muestra la curva granulométrica del agregado fino donde podemos observar que la distribución granulométrica de la muestra obtenida está dentro de los usos granulométricos superior e inferior recomendado por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE E.070 – Perú).

TABLA IV  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

TAMIZ (pulg)	Abertura (mm)	PESO RETENIDO O (gr)	PORCENTAJE A JE RETENIDO	PORCENTAJE A JE RETENIDO	PORCENTAJE A JE PASANTE	HUSOS GRANULOMÉTRICOS	
						Límite superior	Límite inferior
2"	63.5	0	0	0	100		
1 1/2"	50.8	0	0	0	100		
1"	38.1	0	0	0	100	100	100
3/4"	25	80	1.60	1.60	98.40	90	100
1/2"	19	1590	31.77	33.37	66.63	65	90
3/8"	12.5	1292	25.82	59.19	40.81	20	55
N° 4	9.5	1833	36.63	95.82	4.18	0	10
Bandeja	4.75	209	4.18	100.00	0.00	0.00	0.00

En la tabla N° 4 se puede observar que el análisis del tamaño de las partículas del agregado grueso, son consistente con todos los tamices utilizados en la prueba y cumple con el estándar ASTM C33 de 5,00 kg.

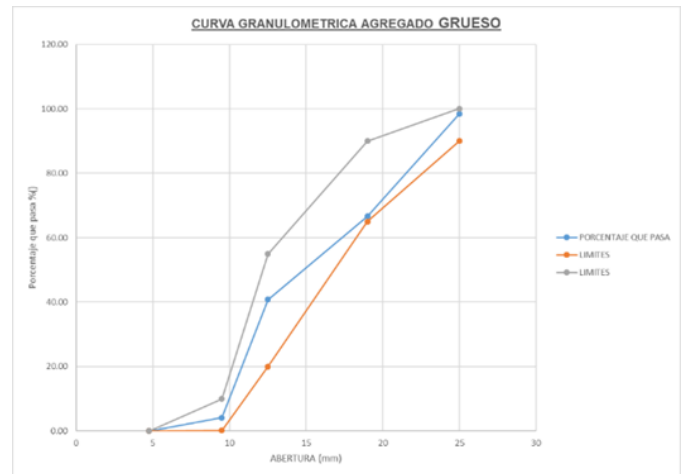


Fig. 6 Curva Granulométrica del agregado grueso

En la figura N° 6 podemos observar que la distribución de tamaño de partícula de las muestras obtenidas se encuentra dentro del rango de aplicación de tamaño de partícula superior e inferior recomendado por el Código Nacional de Construcciones (RNE E.070 - Perú).

✓ Relación de Ensayos realizados:

TABLA V  
RELACIÓN DE ENSAYOS REALIZADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Ensayo	Indicador	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Contenido de humedad MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	%	8.32	1.74
Análisis granulométrico de los agregados MTC E204/ ASTM C136/ NTP	% PASA N°200	100	95.82
Peso unitario de los agregados MTC E03/ASTM C29/ NTP 400.017	%	1.57	1.56
Peso específico de los agregados ASTM C128/NTP 400.021/ NTP	g/cm3	2.23	2.81
Gravedad específica y absorción de los agregados MTC E205/ASTM	%	3.05	3.89

En la tabla N° V, se muestra cada resultado obtenido por ensayo empleado, como: el contenido de humedad, el análisis granulométrico del agregado fino y grueso, el peso unitario, peso específico, gravedad específica y absorción de los agregados. Todos los resultados obtenidos dentro de los parámetros previamente establecidos por las normas actualmente vigentes.

✓ Ensayo de Resistencia a la Compresión:

a) Resistencia a compresión de los especímenes del concreto patrón:

TABLA VI

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES TOMADOS COMO MUESTRA

N°	Descripción estado natural	Tiempo (Días)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Concreto	7	170.54		210
2	Concreto	7	205.17	238.24	210
3	Concreto	7	220.36		210
4	Concreto	7	198.67		210
1	Concreto	14	229.13		210
2	Concreto	14	245.78	238.24	210
3	Concreto	14	252.60		210
4	Concreto	14	242.49		210
1	Concreto	21	250.86		210
2	Concreto	21	243.31	238.24	210
3	Concreto	21	263.21		210
4	Concreto	21	247.52		210
1	Concreto	28	251.33		210
2	Concreto	28	263.89	238.24	210
3	Concreto	28	266.42		210
4	Concreto	28	260.56		210

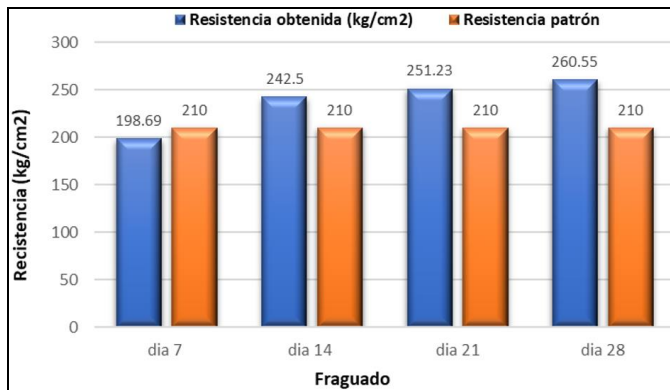


Fig. 7 Resistencia a Compresión de la Muestra Patrón con concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

La tabla 6 y figura 7, muestran los de resultados de la resistencia a compresión obtenida durante los días de fraguado de 7, 14, 21 y 28 días, como se observa la resistencia a compresión dada de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> supera a los 7 días de curado siendo de 198.69 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, pero la resistencia a compresión f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado es menor a la obtenida los 28 días de curado siendo esta 260.55 kg/cm<sup>2</sup> en promedio.

b) Resistencia a compresión del concreto con sustitución del agregado grueso en 0.50% de cáscara de coco:

TABLA VII

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN 0.50% DE CÁSCARA DE COCO

N°	Descripción estado natural	Tiempo (Días)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Concreto	7	94.233		210
2	Concreto	7	129.57	125.15	210
3	Concreto	7	135.46		210
4	Concreto	7	141.35		210
1	Concreto	14	100.12		210
2	Concreto	14	106.01	126.63	210
3	Concreto	14	147.24		210
4	Concreto	14	153.13		210
1	Concreto	21	159.02		210
2	Concreto	21	117.79	153.13	210
3	Concreto	21	164.91		210
4	Concreto	21	170.8		210
1	Concreto	28	176.69		210
2	Concreto	28	161.22	171.95	210
3	Concreto	28	167.29		210
4	Concreto	28	182.58		210

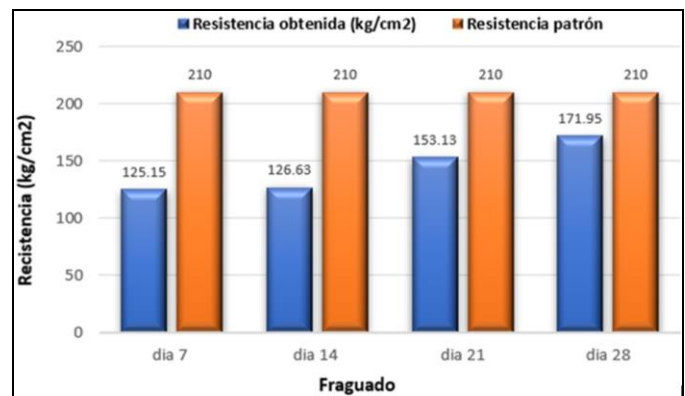


Fig. 8 Resistencia a Compresión del concreto con sustitución del agregado grueso en 0.50% de cáscara de coco

En la figura 8, se observa la disminución de la resistencia a compresión con la sustitución del agregado grueso en 0.50% por cáscara de coco, en comparación con el f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>.

c) Resistencia a compresión del concreto con sustitución del agregado grueso en 1% de cáscara de coco:

**TABLA VII**  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN 1% DE CÁSCARA DE COCO

N°	Descripción estado natural	Tiempo (Dias)	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Resistencia promedio	F'c (kg/cm2)
1	Concreto	7	100.38	137.55	210
2	Concreto	7	182.45		
3	Concreto	7	117.11		
4	Concreto	7	150.26		
1	Concreto	14	118.06	147.55	210
2	Concreto	14	171.72		
3	Concreto	14	139.42		
4	Concreto	14	160.99		
1	Concreto	21	214.65	195.87	210
2	Concreto	21	193.18		
3	Concreto	21	171.72		
4	Concreto	21	203.92		
1	Concreto	28	161.73	217.52	210
2	Concreto	28	236.12		
3	Concreto	28	225.38		
4	Concreto	28	246.85		

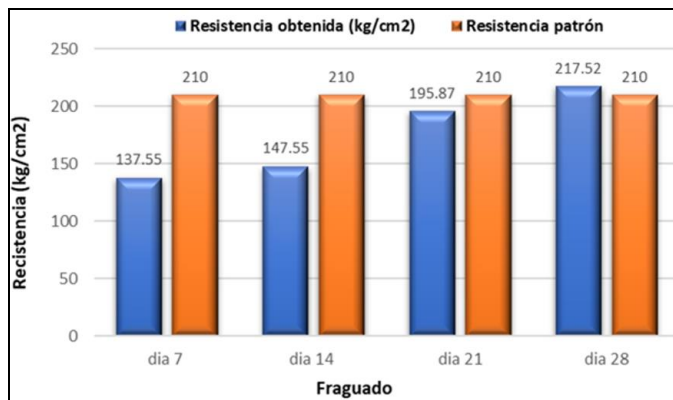


Fig. 9 Resistencia a Compresión del concreto con sustitución del agregado grueso en 1% de cáscara de coco

En la figura 9, se observa que la resistencia a compresión, para los 7, 14 y 21 días de curado la resistencia a compresión de los especímenes en estudio es menor al  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, sólo es superado a los 28 días de curado alcanzando una resistencia de compresión de 217.52 kg/cm<sup>2</sup> en promedio.

- d) Resistencia a compresión del concreto con sustitución del agregado grueso en 1.50% de cáscara de coco:

**TABLA VIII**  
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO EN 1.5% DE CÁSCARA DE COCO

N°	Descripción estado natural	Tiempo (Dias)	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Resistencia promedio	F'c (kg/cm2)
1	Concreto	7	268.32	237.65	210
2	Concreto	7	257.58		
3	Concreto	7	145.64		
4	Concreto	7	279.05		
1	Concreto	14	251.57	205.23	210
2	Concreto	14	264.81		
3	Concreto	14	119.16		
4	Concreto	14	185.38		
1	Concreto	21	278.05	195.30	210
2	Concreto	21	132.4		
3	Concreto	21	211.85		
4	Concreto	21	158.88		
1	Concreto	28	317.77	225.09	210
2	Concreto	28	304.53		
3	Concreto	28	105.92		
4	Concreto	28	172.13		

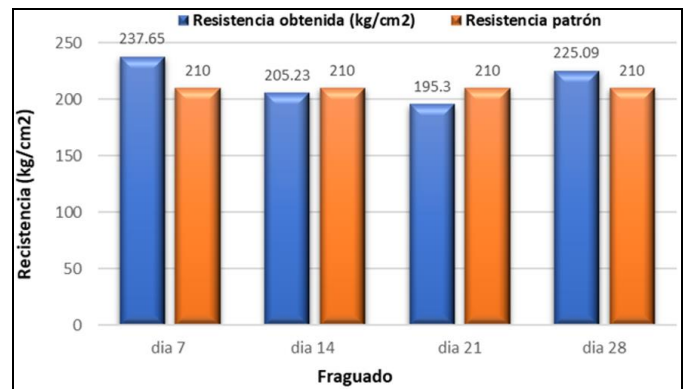


Fig. 10 Resistencia a Compresión del concreto con sustitución del agregado grueso en 1.5% de cáscara de coco

La figura 10, se observa un crecimiento notable del porcentaje de la resistencia a compresión con sustitución del agregado grueso por el 1.5% de cáscara coco, en relación al  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo más notable a los 7 y 28 días de curado, llegando a una resistencia a compresión de 237.65 kg/cm<sup>2</sup> y 225.09 kg/cm<sup>2</sup> como promedio.

A continuación, se muestra la variación de los porcentajes de 0.50%, 1% y 1.5% de cáscara de coco como sustitución del agregado grueso.

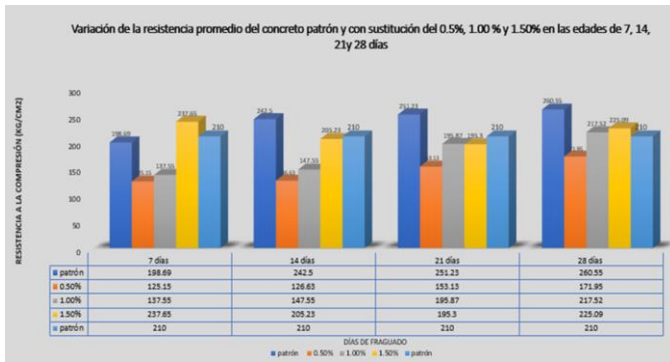


Fig. 11 Variación de la resistencia a compresión promedio del concreto patrón y del concreto con sustitución del agregado grueso por cáscara de coco en 0.50%, 1% y 1.5%

El gráfico 11, se resalta que la resistencia a compresión de concreto patrón superó a la resistencia  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y en los días 7 y 14 la resistencia obtenida es menor a la resistencia dada.

A continuación, se muestra el porcentaje más óptimo para una resistencia a compresión  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

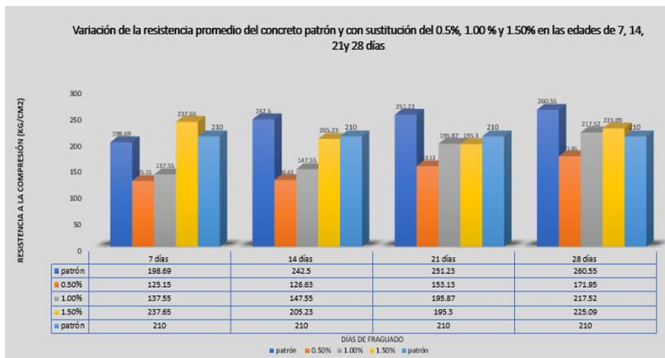


Fig. 12 Porcentaje más óptimo para un concreto con sustitución del agregado grueso por cáscara de coco en 0.50%, 1% y 1.5%

En la figura 12, podemos advertir que de acuerdo a los resultados mostrados, el porcentaje óptimo para sustituir el agregado grueso por cáscara de coco es de 1.50%, ya que por sus resultados anteriormente se logra una resistencia un poco más que la  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y el porcentaje menos óptimo es 0.50%.

#### IV. DISCUSIÓN

Desde su perspectiva [6] y de acuerdo a su investigación “Resistencia a la compresión de un concreto de  $F'_c= 280$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra vegetal (coco nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%, 2017”; indica que los porcentajes que el 0.5%, 1.0% y 1.5% según su resistencia a la compresión supero el 80% y disminución de la resistencia con respecto al concreto patrón que se elaboró sin adición.

Conforme con [35] en su artículo “Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto” la resistencia a la compresión de 07 días tiene componentes de 0,50 %, 1,00 % y 2,00 % superiores a los tubos sin la adición de fibra de coco, Dice que el coco, cuando se mezcla con hormigón, no aumenta la resistencia a la compresión.

Señala [12] con su tesis “Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco” indica que la incorporación de fibras de coco en porcentajes 0.25, 0.50 y 0.75% en el adobe supera el esfuerzo a compresión siendo aceptable en la norma técnica de edificaciones E.080. Es decir que el coco ayuda de manera significativamente a la resistencia a la compresión.

Evidenciaron [33] que al elaborar dos diseños de mezcla con una resistencia de  $f'_c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con una adición de 0.5% y 1.5% para un concreto fresco se tuvo como resultados que 210 kg/cm<sup>2</sup> un slump de 3 pulg y una temperatura de 26.8° y para el concreto endurecido su mejor resistencia es de 250 kg/cm<sup>2</sup> llegando a 232.3 kg/cm<sup>2</sup>. Y el porcentaje que brindó incrementación representativamente en su resistencia a la compresión en de 0.5% con 5 cm de fibra.

#### V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a la hipótesis planteada, al cual se indica que “Dada la resistencia de un concreto  $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del agregado grueso por cáscara de coco en 0.50% disminuye en un 1%; sustituyendo en 1.00% se disminuye en un 3%, se sustituye en 1.50% y se aumenta en un 5%”, esta se llegó a incumplir ya que en el porcentaje 0.50% no disminuye 1.00% solo disminuye para los días 7 y 14 y sería una disminución de 1.50% tampoco el porcentaje 1.00% disminuye 3% ya que es el intermedio de resultados logrados para una resistencia  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y para el porcentaje 1.50% no aumenta 5% dicho porcentaje es el más óptimo y si aumenta pero más del 5% ya que supera la resistencia dada en todos los días de fraguado.

También podemos cumplir que:

- Las probetas de concreto patrón ha sido elaboradas bajo la normativa (ASTM C31) sin adición de cáscara de coco, al realizar el análisis de los datos obtenidos en laboratorio se logra determinar que para la edad de 28 días logra una resistencia a compresión máxima en (kg/cm<sup>2</sup>) la cual fue de 260.55 kg/cm<sup>2</sup> y a edad de 7 días la resistencia a compresión máxima lograda en (kg/cm<sup>2</sup>) es de 198.69 kg/cm<sup>2</sup>; concluimos que la resistencia a compresión alcanzado a los 28 días adquiere un incremento de 61.86 kg/cm<sup>2</sup> respecto al ensayo realizado a los 7 días.
- Las probetas con sustitución 0.50% de cáscara de coco son elaboradas de acuerdo a la normativa (ASTM C31) y para

hallar la resistencia a compresión las normas empleadas son (ASTM D695- ASTM C39 – NTC 673:2021); se determinó que la edad de ensayo de 28 días de resistencia a compresión máxima alcanzada en (kg/cm<sup>2</sup>) es de 171.25 kg/cm<sup>2</sup>; deduciendo que, este valor es menor en 38.75 kg/cm<sup>2</sup> respecto a lo obtenido por la muestra patrón.

- Las probetas con sustitución 1.00% de cáscara de coco son elaboradas de acuerdo a la normativa (ASTM C31) y para hallar la resistencia a compresión las normas empleadas son (ASTM D695- ASTM C39 – NTC 673:2021); se determinó que la edad de ensayo de 28 días de resistencia a compresión máxima alcanzada en (kg/cm<sup>2</sup>) es de 217.52 kg/cm<sup>2</sup>; deduciendo que, este valor es menor en 43.03 kg/cm<sup>2</sup> respecto a lo obtenido por la muestra patrón.
- Las probetas con sustitución 1.50% de cáscara de coco son elaboradas de acuerdo a la normativa (ASTM C31) y para hallar la resistencia a compresión las normas empleadas son (ASTM D695- ASTM C39 – NTC 673:2021); se determinó que la edad de ensayo de 28 días de resistencia a compresión máxima alcanzada en (kg/cm<sup>2</sup>) es de 225.09 kg/cm<sup>2</sup>; deduciendo que, este valor es menor en 15.09 kg/cm<sup>2</sup> respecto a lo obtenido por la muestra patrón.
- Al plasmar los resultados obtenidos en las probetas con sustitución de cáscara de coco al 0.50%, 1.00% y 1.50% vs las probetas de concreto patrón (0 % de cáscara de coco) sometidos a esfuerzo de compresión expresado en kg/cm<sup>2</sup>, deducimos que, la resistencia a compresión de las probetas de concreto patrón son directamente proporcionales al porcentaje de adición de cáscara de coco con el porcentaje de 1.5%; es decir, a esa cantidad de cáscara de coco lograremos una estabilidad de resistencia a compresión.

## VI. REFERENCIAS

- [1] (ACI1990b), N. A.-9. (s.f.). Trabajabilidad del Hormigón. Cotecno.
- [2] Amasifun, E., & Romero, J. (2020). Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión. San Martín.
- [3] ASTM D695, N. (2018). Resistencia a la compresión.
- [4] Bacalla, S., & Vega, M. (2020). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión F<sub>C</sub> 210kg/cm<sup>2</sup> usando fibra natural de coco como material de construcción. Rioja.
- [5] Beraún, E. (2017). Resistencia a la compresión de un concreto de F<sub>C</sub>= 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Jaén.
- [6] Beraún, E. (2017). Resistencia a la compresión de un concreto de F<sub>C</sub>= 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra vegetal (cococ nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Jaén- Cajamarca.
- [7] Bonato, Braganca, Portella, Viera, Bronholo, Santo, & Cerqueira. (2014). Morteros y hormigones fotocatalíticos con adición de fibras de coco y sisal para reducir el impacto ambiental de los gases contaminantes. Brasil.
- [8] Bustamante, O. (2022). Diseño Estructural de Vivienda de Cuatro Pisos Empleando Cáscara de Coco en Pórticos. Tarapoto.
- [9] Campos, M., & Hernández, M. (2021). Estudio técnico del comportamiento de la fibra de coco como adición en el diseño de mezclas de morteros de baja resistencia tipo N y S para obras civiles. El Salvador.
- [10] Caner, Mahrab, Alper, Metin, & Togay. (2024). El uso de fibras naturales (coco) y artificiales (vidrio) en compuestos cemento - polímeros.
- [11] Cemex. (2018). Obtenido de <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto>
- [12] Chávez, J. (2018). Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco, Cajamarca 2018. Cajamarca.
- [13] Ciencia. Unam. (2017). Concreto reforzado con fibras aporta beneficios a la construcción.
- [14] CienciAcierta. (2017). CienciAcierta. Obtenido de CienciAcierta: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2014/12/12/analisis-de-la-resistencia-a-la-compresion-y-los-estandares-en-contenido-de-aire-para-concreto-permeable-enequipamiento-urbano/>
- [15] CONCRETO, 3. E. (2017). Ensayo de asentamiento del concreto ntc 396. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/ensayo-de-asentamiento-del-concreto/#:~:text=El%20asentamiento%20es%20una%20medida,%20fluído%20est%20C%20A%20el%20concreto.>
- [16] Constructivo, R. (2022). Agregar agua al concreto.
- [17] edificaciones, R. N. (2019). Norma E.060 Concreto Armado.
- [18] Fajardo, S. (2022). Carbón activado a partir de la cáscara de coco para la remoción de cobre en relave minero metalúrgico. Callao - Lima.
- [19] Ferroviario. (2018). Ferroviario. Obtenido de <https://www.ferroviario.com/es/recursos/cemento/#:~:text=El%20cemento%20es%20un%20polvo,arcilla%20C%20calcinadas%20y%20posteriormente%20molidas.>
- [20] Gonzáles, G., & Monge, A. (2011). Recomendaciones para obtener resultados confiables de resistencia de cilindros de concreto.
- [21] Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación sexta edición. Italia.
- [22] Kmar, Panchal, & Pandya. (2024). Predicción basada en el aprendizaje automático de las resistencias del hormigón con cáscara de coco como reemplazo parcial del agregado grueso. Scopus, 45-50.
- [23] Kumar, & Sagar. (2019). Uso de cáscara de coco como sustitución parcial del agregado grueso - un análisis experimental. Jabalpur - India.
- [24] Lanamme.ucr. (2015). Contenido de aire del concreto.
- [25] Norma Técnica Peruana NTP339.006. (2019). Cementos. Lima.
- [26] Norma Técnica Peruana NTP400.037. (2018). Agregados. Lima: Inacal.
- [27] NTP339.185, N. T. (2021). Humedad de los agregados. Lima.
- [28] Prakask, Thenmozhi, Raman, & Subramanian. (2020). Hormigón reforzado con fibras que contienen residuos agregado de cáscara de coco, cenizas volantes y fibra de polipropileno. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 33-42.
- [29] Quispe, A., & Vásquez, J. (2023). Evaluación mecánica del concreto adicionando cenizas de cascara de arroz y fibra de coco. Pimentel.
- [30] Romero, A., & Hernández, J. (2014). Diseño de mezclas de hormigón por el metodo A.C.I. Bogotá.
- [31] Sostenibilidad más vida. (2020). Sostenibilidadmasvida. Obtenido de Sostenibilidad más vida: <https://sostenibilidadmasvida.com/recursos-nat/fibra-de-coco/#:~:text=Se%20usa%20fundamentalmente%20como%20aislamiento,%20techo%20o%20en%20suelos.>
- [32] Uca, U. C. (2019). Obtenido de <https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/PESOS%20UNITARIOS%20Y%20%25%20VACIOS.pdf>
- [33] Vela, L., & Yovera, R. (2016). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando con fibra de estopa de coco. Pimentel.
- [34] Velez, L., Rodriguez, A., Yanchapanta, J. H., Sánchez, P., & Calvo, J. (2022). Hormigón compuesto de fibra de coco: evaluación del rendimiento mecánico y beneficios medioambientales. Ecuador.
- [35] Villanueva, N. (2016). Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto. Cajamarca.
- [36] Yura, C. (2018). Obtenido de <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/#:~:text=Los%20agregados%20son%20un%20conjunto,para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20concreto.>
- [37] Yura, C. (2018). Obtenido de <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>