



# “Aprovechamiento de la cascarilla de café en la elaboración de materiales de construcción”

*Jimmy Sierra - Docente Investigadora • Hyman Roque / Jared Medrano - Tesistas*

## Resumen

La investigación contó con el apoyo técnico y financiero de la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) y se realizó con la finalidad de aprovechar la cascarilla de café en la elaboración de materiales de construcción. La cascarilla de café en su estado natural o molida se comportó muy similar al árido fino, ya que la retención en las mallas fue muy similar en comparación en la arena. El módulo de finura indicó que la arena, el material cero y la cascarilla natural y su fase molida presentan un índice de tamaño de partículas superior al rango de 2.1 a 3.1 según la norma ASTM C33, lo cual indica que son gruesos, siendo la más gruesa la cascarilla de café con 4,44 y el material cero con 4,17. Los agregados que poseen mayor cantidad de agua son la cascarilla de café con un contenido de humedad de 6,30% y la cascarilla de café molida con 5,39%, seguido por el material cero con 2,54% siendo el menor el de la arena con 2,33%. Los bloques con cascarilla de café entera son menos costosos que los hechos con cascarilla de café molida, esto es debido a que cuando las partículas son pequeñas requieren de mayor cantidad de cemento para ser cubiertas.

**Palabras clave:** Cascarilla de Café, Módulo de Finura, Contenido de Humedad, Prueba Granulométrica.

## Introducción

Los bloques de concreto son elementos modulares, premoldeados, diseñados para ser utilizados en los sistemas de mampostería confinada y no confinada. Su fabricación implica el uso de los materiales de construcción como arena, cemento y agua.

Actualmente los costos de materiales de construcción de vivienda son altos y cada día tienden a incrementarse. Lo anterior se traduce en un déficit de viviendas, el cual ha representado un problema para la sociedad Nicaragüense. Ante esta problemática se plantea como una manera de contribuir a su solución, el analizar y proponer nuevas alternativas de materias primas en la construcción, que permitan obtener una reducción en los costos, con el cumplimiento de las normas y especificaciones de resistencia y seguridad.

En países desarrollados o en vías de desarrollo ya se implementan materias primas como la cascarilla de café, como un elemento complementario. El uso de este residuo representa una disminución en la carga de desechos sólidos, que suelen incinerarse en área baldías, lo cual implica una contaminación directa del aire.

## Materiales y métodos

Se realizó diversas visitas a distintos beneficios de café de la zona norte y se recopiló información del manejo del producto y niveles de producción, además de entrevistas a trabajadores de los beneficios.

La cascarilla de café recolectada, fue triturada en un molido de martillos y posteriormente se le realizó un análisis granulométrico.

Se utilizaron diferentes proporciones para la fabricación del bioconcreto. La proporción 1:4:2 indica que se utilizó una parte de cemento, cuatro partes de arena y dos parte de material cero, para la proporción 1:3:3 significa que se empleó una parte de cemento, tres partes de arena y tres partes de material cero.

La cantidad de Muestras que se realizaron fueron 18 para la dosificación de 1:4:2 para luego realizar las mediciones de la resistencia de los bloques a los 14

y 28 días. Esto se comparó con la otra dosificación de 1:3:3, a la cual también se le realizaron 18 muestras.

Para cada dosificación de 6 muestras se le fue agregando cascarilla en porcentaje de 10%, 20% y 30%.

Los especímenes elaborados fueron los bloques, es por ello que se valoraron sus propiedades a través de la prueba de la resistencia a la compresión que se realizaron en el laboratorio de Universidad Nacional de Ingeniería Recinto Universitario Augusto Cesar Sandino (UNI- RUACS).

En la Ladrillera CEMACONS se realizaron las diferentes muestras con diferentes proporciones de cascarilla de café, cemento, arena, posteriormente se le dio un curado por un periodo de 7 días y a los 14 días se realizó la prueba a la compresión.

### Resultados y discusión

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje que pasa por cada tamiz, donde se puede apreciar que la cascarilla de café en su estado natural y molida se comporta similar al árido fino, es por ello que en las dosificaciones se utilizó para disminuir la arena. El Módulo de Finura (MF) para cada agregado presenta datos que demuestran que los agregados finos en su rango máximo o por encima 2,3 – 3,1<sup>1</sup> se consideran de partículas gruesas.

Materiales	% Que pasa Tamiz								MF
	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº50	Nº 100	Nº200	
Arena	99	92,87	72,81	46,43	24,26	4,82	0,8	0,06	3,59
Material cero	100	97,41	52,88	22,52	8,68	2,4	0,05	0	4,17
Cascarilla de café	100	96,66	44,85	11,43	2,55	0,46	0,08	0	4,44
Cascarilla de café molida		95,2	75,6	43,76	16,66	3,31	0,33	0	3,65

Tabla 1. Análisis Granulométricos de los materiales

1

Con respecto al porcentaje de humedad, en la tabla 2 se muestran los resultados para los agregados en su estado natural, donde se aprecia que la cascarilla de café natural y molida son los agregados con mayor cantidad de agua en comparación al resto de agregados.

### Consistencia normal del cemento hidráulico

En esta prueba se determinó la cantidad de agua necesaria con tres ensayos y tres distintos porcentajes de agua que requiere el cemento canal tipo GU para alcanzar una fluidez óptima y una plasticidad ideal, el porcentaje de agua (28%) adecuado para tener una penetración de 9mm la cual está dentro del rango  $10 \pm 1$  mm.

Datos	Arena	Material cero	Cascarilla de café	Cascarilla de café molida
Peso de tara (gr)	509	509	509	509
Peso de tara + agregado húmedo (gr)	1009	1009	1367	1526
Peso de agregado húmedo (gr)	500	500	858	1017
Peso de tara + agregado seco (gr)	987	984	1286	1448
Peso de agregado seco (gr)	478	475	777	939
Contenido de humedad (%)	2,23	2,54	6,30	5,39

Tabla 2. Porcentaje de Humedad de los materiales

### Resultados y discusión

Primer ensayo: 500 gramos de cemento \* 25% agua = 125 ml, Penetración = 4 mm

Segundo ensayo: 500 gramos de cemento \* 30% agua = 150 ml, Penetración = 12 mm

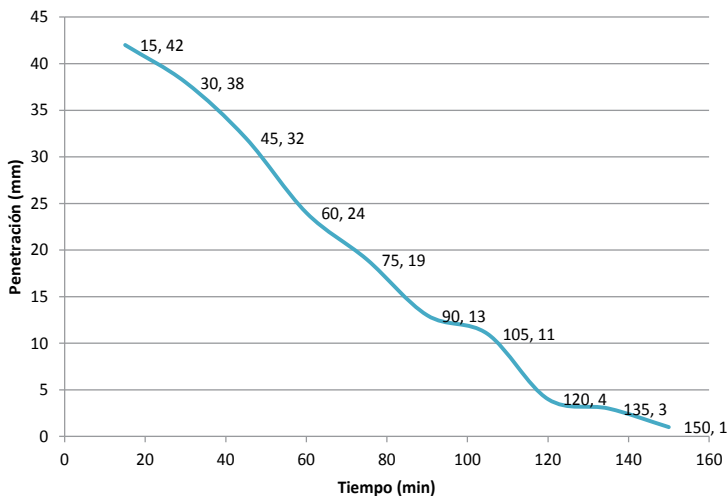
Tercer ensayo: 500 gramos de cemento \* 28% agua = 140 ml, Penetración = 9 mm

Consistencia del concreto basándose en el asentamiento ("slump")

La consistencia del concreto se realizó para determinar la cantidad de agua que sería agregada a la mezcla de hormigón fresco y resultaron dentro del rango de asentamiento permitido 2 plg – 4 plg (rango obtenido según guías de laboratorio de materiales de construcción), si el asentamiento fuese mayor de 4

plg indicaría que tiene poca agua y si fuese menor de 2 plg, indicaría que tiene exceso.

Por otra parte, en ensayo se obtuvo el tiempo que tardó la aguja de Vicat en penetrar la pasta de cemento canal tipo GU al fraguar en condiciones normales, el cual tardó 150 minutos hasta penetrar un milímetro



**Figura 1. Penetración versus Tiempo de fraguado del cemento tipo GU**

En la siguiente figura se observa el proceso de elaboración de los bloques, utilizando cascarilla de café (bioconcreto).



**Figura 2. Fabricación del bioconcreto**

Con el bioconcreto elaborado se procedió a medir la resistencia, obteniendo que en la dosificación 1:4:2, los mejores resultados fueron con un 10% de cascarilla de Café, donde la resistencia a los 28 días fue de 24.63 kg/cm<sup>2</sup> y para la proporción 1:3:3 el mejor resultado que se obtuvo fue de 42.40 kg/cm<sup>2</sup>, con un porcentaje de cascarilla del 10%, también a los 28 días.

## Conclusiones

El material cero utilizado es considerado un agregado fino debido a que en la prueba granulométrica pasó por todas las mallas del agregado grueso.

La mejor proporción que cumple los estándares de calidad es 1:3:3 con un proporción de cascarilla de un 10%, dando como resultado 44.20 kg/cm<sup>2</sup> donde la norma para bloque según la ASTM es de dentro de un rango de 35 kg/cm<sup>2</sup> a 55 kg/cm<sup>2</sup>

Los datos de resistencias reflejaron que el curado es determinante para obtener mayores resistencias, ya que entre el curado de catorce días y el de veintiocho días hay diferencias considerables.

Según los datos obtenidos en el análisis de resistencia a la compresión demostró que las dosificaciones con mayor porcentaje de cascarilla tienen las menores resistencias.

La fabricación del bloque tradicional con las dosificaciones 1:4:2 y 1:3:3 es más costosa que la fabricación de estas mismas dosificaciones con un diez, veinte y treinta por ciento de cascarilla de café natural y molida en sustitución por la arena, por ende su precio de venta será un poco mayor.

Para ambas dosificaciones donde se le agrego un veinte y treinta por ciento de cascarilla de café natural y molida su producción en bloques por metro cubico de mezcla incrementó.

## Referencias

González, R (s.f.) Physical and Mechanical Properties of Concrete Bricks Produced with Recycled Aggregates. Temuco, Chile.: Departamento de ingeniería de obras civiles, Universidad de la Frontera.

Loza., A. T. (23 de Abril de 2010). Fabricacion de Bloques de concreto. (M. Ruiz., Entrevistador) Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, M. d. (Septiembre / 09 1/11). NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGÜENSE. Managua, Nicaragua.