



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

Materiales de construcción con materiales reciclados

Juan Diego Ayala Arcila

**Pontificia Universidad Javeriana
Cali, Colombia**

Resumen

Los avances tecnológicos en los materiales de construcción benefician al ambiente porque propenden por alternativas sostenibles. Por esta razón, es común encontrar, por ejemplo, cemento, bloques y metales que incorporan mejores propiedades mecánicas y a buen precio. En este estudio se presenta el procedimiento para preparación de un mampuesto a base de papel periódico reciclado.

Para la elaboración del mampuesto se recolectó papel de periódico, se trituró y mezcló con agua y un porcentaje reducido de arcilla, menor al porcentaje usado en los mampuestos tradicionales. Esta mezcla de materias primas se moldea hasta conformar el ladrillo que se somete a secado al horno por 24 horas a 110°C. Posteriormente, se verifican sus dimensiones, su masa y su capacidad de carga. El ladrillo elaborado soportó 1,1KN y con un módulo de rotura de 0.84 MPa, lo cual es un resultado muy positivo ya que es una carga similar a la que puede soportar un mampuesto tradicional, hecho 100% de arcilla y con un costo menor de producción.

Este proyecto se llevó a cabo con el fin de crear materiales alternativos que generen condiciones mejores o iguales a los materiales tradicionales, pero a un menor costo y tiempo de producción ya que la innovación de materiales es un factor fundamental en la ingeniería.

Palabras clave: tecnología; materiales; ingeniería

Abstract

Technological advances in construction materials benefit the environment because they promote sustainable alternatives. For this reason, it is common to find, for example, cement, blocks and metals that incorporate better mechanical properties and at a good price. This study presents the procedure for preparing a masonry based on recycled newsprint.

For the elaboration of the masonry, newspaper was collected, crushed, and mixed with water and a reduced percentage of clay, less than the percentage used in traditional masonry. This mixture of raw materials is molded to form the brick that is subjected to oven drying for 24 hours at 110°C. Subsequently, its dimensions, mass and load capacity are verified. The elaborated brick supported 1.1KN and with a modulus of rupture of 0.84 MPa, which is a very positive result since it is a load similar to that which can be supported by a traditional masonry, made 100% of clay and with a lower cost than production.

This project was carried out to create alternative materials that generate better or equal conditions to traditional materials, but at a lower cost and production time, since the innovation of materials is a fundamental factor in engineering.

Keywords: *technology; materials; engineering*

1. Introducción

Todos los materiales empleados en construcción aportan a la carga muerta de la estructura razón por la cual es necesario emplear materiales livianos pero resistentes. El ladrillo de arcilla es muy empleado en la construcción de viviendas, estos ladrillos tienen densidad real (kg/m^3) que al multiplicarla por la aceleración de la gravedad ($9.8 \text{ m}/\text{s}^2$) permite la estimación de peso de la mampostería expresado en newton por metro cúbico (N/m^3) (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). La actual Norma de Construcción Sismo-resistente NSR-10 establece los pesos señalados en la Tabla 1.

Tabla 1 Mampuesto y sus densidades según NSR-10

Materiales	Densidad (kg/m^3)
Mampostería de concreto	2.150
Mampostería de ladrillo macizo	1.850
Mampostería de piedra	2.200

Fuente: tomado y adaptado de (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)



En el amplio campo de la construcción y la ingeniería siempre es necesario evolucionar y desarrollar técnicas y materiales. Los ladrillos suelen colocarse en la cara de tabla, testa o canto según sea el caso (Figura 1).

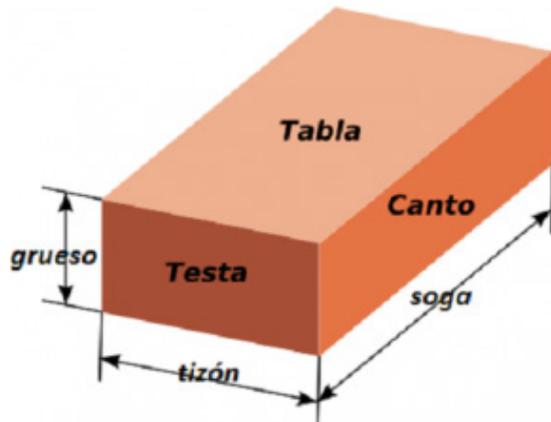


Figura 1 caras de un ladrillo

Fuente: imágenes copia fiel de (<https://www.glosarioarquitectonico.com/localizacion/>, 2020)

Por esta razón, en este proyecto se elaboró un mampuesto a base de papel periódico, arcilla y otros componentes buscando que en lo posible generen un impacto positivo en el medio ambiente y con características similares a las del ladrillo macizo de la Tabla 1. Este mampuesto se elaboró con papel reciclado, arcilla y agua. Se planteó el uso del papel periódico teniendo en cuenta que este residuo sólido puede ser recuperado y reincorporados a la cadena productiva (The World Bank Group, 2020).

Los mampuestos desarrollados se sometieron a prueba en el laboratorio para medir su resistencia y analizar costo/beneficio de la producción de este material.

2. Descripción de la problemática abordada

Se tiene como objetivo principal en este trabajo desarrollar un mampuesto a base de papel periódico reciclado cumpliendo requerimientos de resistencia, peso, costo de producción, principalmente. La iniciativa surge para buscar un reemplazo viable a los ladrillos que se conocen actualmente, hechos esencialmente de arcilla y otros como los bloques que se preparan con matriz de cemento.

Los ladrillos constituyen un elemento esencial en la construcción de muros, de ahí la relevancia de proponer la elaboración de un ladrillo a partir de elementos que brinden resistencia, sean livianos y a la vez sean amigables con el medio ambiente generando así menos impacto ambiental comparado con los elementos que actualmente se utilizan.

3. Metodología

Para la realización del mampuesto a base de papel periódico, se inició recolectando papel periódico (Figura 2). Posteriormente, se humedece y se mezcla con "ega" para finalmente darle la forma que se requiere y ser compactado para así iniciar su fase de secado. Después de la fase de secado el mampuesto estaría listo para iniciar las pruebas de resistencia en el laboratorio y evaluar los costos de producción y demás factores.



Figura 2. Papel periódico recolectado y acondicionado en trozos pequeños

4. Resultados

Durante esta fase del proyecto, se finalizaron los mampuestos. Después de mezclar el papel periódico triturado y una pequeña cantidad de arcilla, se le da forma al mampuesto para luego ser llevado al laboratorio de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali para el proceso de secado en el horno. Posteriormente, se acondiciona la máquina para someter el ladrillo al ensayo de flexotensión (Figura 4).



Figura 4. Ensayo de flexotracción

Previamente a la realización del ensayo se verifica la geometría del ladrillo tomando las dimensiones grueso, tizón y soga, se pesa el ladrillo y se toma el dato de la carga máxima aplicada (Tabla 2). Para la determinación de módulo de rotura o de resistencia de flexión (MR) se aplica la ecuación 1.

$$MR = \frac{3W\left(\frac{L}{2}-x\right)}{Bd^2} \text{ Ecuación 1}$$

En donde MR es el módulo de rotura(mm), W es la carga máxima de rotura(mm), L la distancia entre los soportes(mm), B el ancho de la muestra en el plano de falla(mm), d la profundidad de la muestra en el plano de falla(mm), X la distancia promedio del plano de falla al centro de la pieza(mm), medida en la dirección de la línea central de la superficie sometida a tensión (mm) (Guerrero Gomez, Espinel Blanco, & Sánchez Acevedo, 2017).

Tabla 2 Información recolectada en laboratorio

	Ancho/tizón (mm)	Largo/soga (mm)	Altura/grueso (mm)	Masa (g)	Luz
Mampuesto	121,23	245,23	62,31	1191,7	20cm
	121,09	246,38	64,78		
	121,4	244,82	58		
Promedio	121,24	245,48	61,1		
Datos del ensayo de rotura					
Carga Aplicada(N)	L(mm)	B(mm)	d(mm)	X(mm)	MR(Mpa)
1100	245,48	121,24	61,1	8	0,84
Datos del ensayo de rotura					
Densidad kg/m ³ :					655,34

Los resultados muestran que el ladrillo de papel reciclado resistió 0.84MPa, valor que representa el 64% de los valores reportados en el estudio adelantado por (Guerrero Gomez, Espinel Blanco, & Sánchez Acevedo, 2017). Así mismo se observa que la densidad es 64.6% menos que la densidad de un ladrillo de arcilla (Tabla 1).

Los costos de producción del ladrillo con papel reciclado se indican en la Tabla 3. Puede observarse que este precio excede el valor unitario a base de arcilla en 85% el valor de un ladrillo a base de arcilla que se puede conseguir en comercio por 3.000 (COP). Sin embargo, una producción masiva de este tipo de ladrillos reciclados, ajustes a la materia prima y mejoras en el proceso de producción, podría ser una solución competitiva.

Tabla 3 Análisis de Precios Unitario de preparación de ladrillo con matriz de papel reciclado

Ítem	Unid	Cantidad	Desp. %	Precio Unit.	Valor Total
Periódico	Gr	580	1%	\$ 2,50	\$ 1.464,50
Arcilla	Gr	0,85	3%	\$ 4,60	\$ 4,03
Pegamento	Un	4	0%	\$ 8,00	\$ 32,00
Agua	l	5		\$ 2.000	\$ 10.000,00
Formaleta	usos	0,25	0%	20000	\$ 5.000,00
Valor total					\$ 16.500,53

5. Conclusiones

Después de la realización de las pruebas de resistencia en el laboratorio de la Pontificia Universidad Javeriana Cali y el análisis de costos de producción, se puede concluir que el mampuesto producido a base de papel periódico y arcilla en este caso no es viable, ya que excede el precio del mercado de un ladrillo de arcilla convencional, aunque su tiempo de producción sea menor, además la resistencia es 36% menor a la de un ladrillo convencional de arcilla. Para reemplazar los ladrillos convencionales, es necesario continuar la investigación, perfeccionando las técnicas de producción hasta llegar a un producto que genere la misma confiabilidad o mayor que un ladrillo de arcilla.

6. Agradecimientos

El apoyo del Semillero Gestión de Obras, de la dirección del Programa de Ingeniería Civil, la Oficina de Investigaciones de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo.

7. Referencias

- Guerrero Gomez, G., Espinel Blanco, E., & Sánchez Acevedo, H. (Enero/marzo de 2017). Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. *Tecnura*, 21(51), 1-14. doi:<http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a09>
- <https://www.glosarioarquitectonico.com/localizacion/>. (18 de junio de 2020). Glosario Ilustrado de arte arquitectónico- Sillares y mampuestos.



- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). NSR-10 Título B Cargas. En Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (pág. 88). Bogotá: Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes creada por la Ley 400 de 1997. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/images/2titulo-b-nsr-100.pdf>
- The World Bank Group. (2020). Trends in Solid Waste Management. WHAT A WASTE 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, Estados Unidos. Obtenido de <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends-in-solid-waste-management.html>

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

