

# FABRICACIÓN DE LADRILLO MALETA, ALTERNATIVA ECO-ARTESANAL PARA USO EN CONSTRUCCIONES AGRÍCOLAS

## MANUFACTURE OF SUITCASE BRICK, ECO-ARTISAN ALTERNATIVE FOR USE IN AGRICULTURAL CONSTRUCTIONS

Gabriel Antonio Navarrete Schettini<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2173-0160>. Correo: [gnavarrete@espam.edu.ec](mailto:gnavarrete@espam.edu.ec)

María Fabiola Ávila Martínez<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5703-738X>. Correo: [mfavila@espam.edu.ec](mailto:mfavila@espam.edu.ec)

Jhonatan Gerardo Chicaiza Intriago<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0402-6596>. Correo: [jonathan.chicaiza@espam.edu.ec](mailto:jonathan.chicaiza@espam.edu.ec)

Erick Yair Cueva Schettini<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López". Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9699-5501>. Correo: [ecuevaschettini@gmail.com](mailto:ecuevaschettini@gmail.com)

\* Autor para correspondencia: [gnavarrete@espam.edu.ec](mailto:gnavarrete@espam.edu.ec)

### Resumen

Los ladrillos maletas son ampliamente utilizados en el sector constructivo, debido a la resistencia, capacidad térmica y acústica que poseen; además que en su fabricación está involucrada la subsistencia de muchas familias dedicadas a esta actividad. Sin embargo, el potencial de contaminación en la manufacturación del ladrillo debido a la quema que son expuestas trae consigo múltiples afectaciones que cada día van deteriorando considerablemente el medio ambiente, ante esta problemática se ha desarrollado la presente investigación que trata sobre la fabricación del ladrillo maleta artesanal mediante la aplicación de diversas concentraciones de cemento, para lo cual se efectuó 8 tratamientos con los siguientes porcentajes de cemento (0,10%, 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 4%, 6%, 8% y un testigo), en el cual cada tratamiento consto de 4 ladrillos para luego ser expuestos dos de cada tratamiento al proceso de quemado, para finalmente comparar su resistencia entre los

ladrillos que no se sometieron a este proceso en comparación del ladrillo de manufacturación tradicional, mediante una máquina de compresión de cuatro columnas para roturas de probetas de hormigón se realizó la rotura de cada uno de los ladrillos artesanales en estudio. Según los resultados obtenidos los ladrillos del tratamiento con el 4% de cemento del proceso de quemado mostraron el resultado de mayor resistencia de 121,01 Kgf/cm<sup>2</sup>, también se puede notar que el tratamiento con el 1 % de cemento sin procesos de quemado presento un valor de 28,43 Kgf/cm<sup>2</sup> que representa superior a la mitad de la resistencia a la compresión del ladrillo tradicional con proceso de quemado de 46,51 Kgf/cm<sup>2</sup> (Testigo).

**Palabras clave:** ladrillos maleta; construcción eco-artesanal; sostenibilidad en la construcción; resistencia de materiales; concentración de cemento; proceso de quemado

### Abstract

*Suitcase bricks are widely used in the construction sector, due to their resistance, thermal and acoustic capacity; Furthermore, the subsistence of many families dedicated to this activity is involved in its manufacture. However, the potential for contamination in the manufacture of brick due to the burning that they are exposed to brings with it multiple effects that considerably deteriorate the environment every day. Given this problem, this research has been developed those deals with the manufacture of suitcase brick artisanal by applying various concentrations of cement, for which 8 treatments were carried out with the following percentages of cement (0.10%, 0.25%, 0.5%, 1%, 2%, 4%, 6% , 8% and a control), in which each treatment consisted of 4% bricks and then two of each treatment were exposed to the burning process, to finally compare their resistance between the bricks that were not subjected to this process compared to the brick of Traditional manufacturing, using a four-column compression machine to break concrete specimens, each of the artisanal bricks under study was broken. According to the results obtained, the bricks from the treatment with 4% cement from the burning process showed the result of greater resistance of 121.01 Kgf/cm<sup>2</sup>, it can also be noted that the treatment with 1% cement without burning processes presented a value of 28.43 Kgf/cm<sup>2</sup>, which represents more than half the compressive strength of traditional brick with a burning process of 46.51 Kgf/cm<sup>2</sup> (Control).*

**Keywords:** *suitcase bricks; eco-artisanal construction; sustainability in construction; material resistance; cement concentration; burning process*

**Fecha de recibido:** 24/03/2024

**Fecha de aceptado:** 03/06/2024

**Fecha de publicado:** 09/06/2024

### Introducción

El ladrillo es el material de construcción más antiguo fabricado por el hombre (Bianucci, 2009). En los primeros tiempos se comenzó la elaboración en su forma cruda, que es el adobe (Gareca et al., 2020). Donde

con la aparición de hornos de cocción del ladrillo, estos al ser más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos se popularizaron en la construcción (Paz & Marisol, 2016). También es aceptado y utilizado por los albañiles y obreros desde hace mucho tiempo puesto que tiene características de termicidad y aislamiento acústico que le convierten en un material muy dinámico en la construcción (Cabrera, 2010).

El ladrillo ha desempeñado un papel fundamental en la evolución de la arquitectura y el desarrollo de las civilizaciones. Desde sus humildes comienzos en forma de adobe hasta los métodos modernos de fabricación industrial, el ladrillo ha sido un elemento clave en la construcción de viviendas, edificios y estructuras en todo el mundo (Aguirre, 2021; García, 2023). Sin embargo, su producción convencional ha generado preocupaciones significativas en términos de impacto ambiental y social.

La producción de ladrillos en el Ecuador hoy en día aún se lo fabrica en forma artesanal, existen también fábricas que realizan este producto conociéndolo con el nombre de “ladrillo industrial” (Mendoza y Jacinta, 2011). Donde la manufactura de los ladrillos es manual, no sigue un control de proceso ni de calidad estricto y el personal que fabrica el ladrillo son los miembros de la familia incluyendo a los niños (Bernal et al., 2019). Este material de construcción, es de suma importancia en nuestro medio, ya que es utilizado en la mayoría de las construcciones de la ciudad, principalmente por su bajo precio (Hinojosa et al., 2004).

Es elaborado a partir de arcillas utilizadas como material primario para su fabricación; se presentan indicios de su existencia y uso desde hace 10,000 años (Castrillón et al., 2016), y en la actualidad hacen parte de los materiales más importantes de la industria ladrillera (Zuñiga et al., 2017). De allí se tiene como material complementario del ladrillo la utilización del aserrín de madera o cascarilla de arroz de mucha importancia en su manufacturación (Gonzalez et al., 2019).

La actividad de elaboración de ladrillos en gran escala es importante por la generación de empleo e ingreso para las familias de los productores ladrilleros (Antico et al., 2017) pues sin esta actividad miles de familias se quedarían sin el sustento diario, lo cual representaría un enorme problema social (Ortiz, 2012). Las zonas geográficas donde se ubican ladrilleras artesanales, siempre hay problemas con el nivel de emisión de contaminantes (García, 2024).

La fabricación de ladrillo artesanal, se ha constituido en una de las fuentes de contaminación atmosférica en el cantón. El proceso de cocción de este elemento constituye un problema ecológico en muchas ciudades, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, tales como el CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> (Reinoso et al., 2017) si bien, no en la principal, pero por el hecho de situarse en el radio urbano, es de mucha importancia para la ciudadanía de la zona y de la ciudad en general (Moya y Endara, 2019). Los hornos utilizan como combustible productos como leña, carbón, llantas, madera, acumuladores, plásticos o textiles, entre otros (ISS, 1998 citado por Martínez y Cote (2014). Ya que debido a la gran cantidad de carbón empleada en la producción de ladrillos emiten: óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, gas carbónico y material particulado (Rincón et al., 2016).

Con el fin de buscar métodos más amigables con el medio ambiente, a su vez conservar las características originales del ladrillo convencional se tiene como objetivo la evaluación de ladrillo a partir de materiales comunes más diferentes concentraciones de cemento con y sin proceso de cocción, en la ciudadela Gallardo del cantón Chone, provincia de Manabí.

## Materiales y métodos

### Ubicación

La presente investigación se la realizó en la ciudadela Gallardo del cantón Chone, provincia de Manabí.

### Tratamientos

El experimento se efectuó mediante el establecimiento de 8 tratamientos, para todos ellos se empleó 32 libras de arcilla, 9 libras de aserrín, y distintas concentraciones de cemento que se presentan en la tabla 1, estas concentraciones son establecidas a partir del peso de arcilla empleada.

**Tabla 1.** Tratamientos.

Tratamientos	Cantidad de cemento (%)
T1	0,1
T2	0,25
T3	0,5
T4	1
T5	2
T6	4
T7	6
T8	8

### Manejo de la investigación

Se utilizó como material primario arcilla común y aserrín a concentraciones estándares de la fábrica de ladrillos (para un metro cubico de tierra, tres sacos de aserrín de 20,4 kg), adicionalmente como aditivo se empleó cemento a diferentes concentraciones correspondientes al 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 4%, 6%, 8%.

### Proceso de elaboración de los ladrillos

A partir de los materiales (arcilla, aserrín, cemento y agua) se procedió estimar las concentraciones de cada material empleado, en la cual se hizo uso de una balanza de piso para pesar la arcilla y aserrín, mientras que para el cemento se usó una balanza de mano. Seguidamente se procedió la mezcla de los tres materiales empleados de forma manual, con el propósito de obtener la homogeneidad necesaria de sustrato para su posterior amasado, mediante la agregación de agua. Una vez obtenida la masa se colocaron en moldes para ladrillo maleta (30 x 20 cm, y un espesor de 6 cm.).

Finalmente se procedió a retirar los moldes de cada ladrillo, se dejó reposar por 10 días para su respectivo secado. Pasado el tiempo de secado natural se procedió a la quema de los ladrillos en las torres empleadas por la fábrica. El proceso se mantuvo hasta lograr la resistencia adecuada del ladrillo, con una duración de tres días.

### Evaluación de resistencia

Para esta evaluación ya preparados los cuatro ladrillos de cada uno de los tratamientos, y después de haber pasado el proceso de secado por 10 días, se tomaron dos unidades de cada tratamiento para ser expuesto a la

quema en la torre. El resto de las unidades experimentales se apartaron hasta que los ladrillos expuestos a al proceso de quemado estén listos. Finalmente, todas las unidades fueron llevadas al laboratorio para al análisis de resistencia mecánica a las diferentes presiones ejercidas por la máquina.

## Resultados y discusión

Al evaluar la resistencia de ladrillos con proceso de quemado se pudo observar que en la medida que se incrementa la adición de cemento la resistencia va aumentando ligeramente, hasta obtener la mayor resistencia de 121,01 Kgf/cm<sup>2</sup> en el tratamiento T6 (4% cemento). Este resultado permite plantear que esta concentración es la óptima para el proceso de quemado. En el tratamiento T7 (6% cemento), la resistencia disminuye a 117,4 Kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que mayores concentraciones no necesariamente mejoran la resistencia.

**Tabla 2.** Resistencia de ladrillos con proceso de quemado.

Tratamientos	Cemento empleado (%)	Resistencia con proceso de quemado (Kgf/cm <sup>2</sup> )
TESTIGO	0	46,51
T1 (0,1%)	0,1	48,07
T2 (0,25%)	0,25	78,25
T3 (0,5 %)	0,5	94,37
T4 (1%)	1	108,25
T5 (2%)	2	112,52
T6 (4%)	4	121,01
T7 (6%)	6	117,4
T8 (8%)	8	90,05

La resistencia de ladrillos sin proceso de quemado es significativamente menor que cuando son tratados los ladrillos. Pero en estas condiciones de proceso se incrementa la resistencia con el aumento de la adición de cemento, pero esta vez se alcanza la mayor resistencia con el tratamiento T4 (1% cemento) con 28,43 Kgf/cm<sup>2</sup>. A partir del tratamiento T5 la resistencia disminuye.

**Tabla 3.** Resistencia de ladrillos sin proceso de quemado.

Tratamientos	Cemento empleado (%)	Resistencia sin proceso de quemado (Kgf /cm2)
TESTIGO	0	9,2
T1 (0,1%)	0,1	10,7
T2 (0,25%)	0,25	15,35
T3 (0,5 %)	0,5	20,84
T4 (1%)	1	28,43
T5 (2%)	2	15,2
T6 (4%)	4	7,86
T7 (6%)	6	5,22
T8 (8%)	8	6,74

Los resultados indican que la adición de cemento mejora significativamente la resistencia de los ladrillos tanto con o sin proceso de quemado hasta un cierto punto. La resistencia máxima se logra con un 4% de cemento en los ladrillos quemados, mientras que, para los ladrillos sin quemar, la mejor resistencia se obtiene con un 1% de cemento. Resultados similares, obtuvo Chimbo (2017) quien determinó que en la medida que incrementa la cantidad de cemento se aumenta la resistencia, pero este autor logró el mayor registro con un 20% de cemento dejando reposar los ladrillos durante 28 días. Por su parte, Ramírez (2018) adicionó a parte del cemento un 20 % de aserrín y obtuvo una resistencia máxima de 70 Kgf/cm<sup>2</sup>.

### Conclusiones

Los ladrillos sin proceso de quemado presentan resistencias por debajo al ladrillo tradicional siendo este aproximadamente de un valor de 46,51 kgf/cm<sup>2</sup>, pero en T4 que representa un valor de 28,43 kgf/cm<sup>2</sup> es el tratamiento que más se aproxima al valor promedio del ladrillo tradicional, el cual se podría utilizar en ciertos tipos de construcciones cuya altura de mamposterías no sea mayor a 1m, de esta manera se puede abaratar costos de producción del ladrillo y disminuir la emisión de gases contaminantes.

### Referencias

Aguirre Ullauri, M. del C. (2021). Materiales históricos, lectura histórica constructiva y caracterización. El caso de Cuenca (Ecuador). Tesis (Doctoral), E.T.S. Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.69331>.

- Antico, C., F., Wiener, J., M., Araya-Letelier, G., & González Retamal, R. (2017). Ladrillos ecológicos: un sustituto sostenible de los materiales de construcción. *Revista de Construcción*, 16 (3), 518–526. <https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.518>
- Bianucci, M. (2008) el ladrillo: orígenes y desarrollo. J.T.P introducción a la tecnología y a la producción. <https://arquitectnologicofau.wordpress.com/wpcontent/uploads/2012/02/el-ladrillo-2009.pdf>
- Castrillón, D. Z., Arrieta, A. P. H., Palacio, D. F. G., Rodríguez, J. E., Machado, Á. M. H., López, M. E., & Álvarez, C. G. (2016). Caracterización Térmica, Química y Mineralógica de un Tipo de Arcilla Roja Propia de la Región Andina Colombiana, Empleada para la Producción de Ladrillos para Construcción. *Revista Colombiana de Materiales*, 0(9), 53-63.
- Chimbo A., V. G. (2017). Análisis de la resistencia a la compresión de ladrillos prensados interconectables elaborados de barro, cangahua y puzolana, con adiciones de cemento, cumpliendo la norma ecuatoriana de la construcción (NEC 2015)
- García Cordero, A. P. (2023). Aprovechamiento turístico del patrimonio cultural como estrategia para el desarrollo. El caso de Sinincay, Ecuador. Tesis (Master), E.T.S. Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, España. Universidad de Ambato, Ecuador.
- García, Luis. (2024). Puesta en Valor del Ladrillo Artesanal Fabricado en la Ciudad de Santa Ana de Vuelta Larga, Provincia de Manabí, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 8. 5023-5042. [10.37811/cl\\_rcm.v8i1.9839](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9839).
- Gareca, M., Andrade, D., Fara, B., Villaprado, H (2020) Nuevo Material Sustentable: Ladrillos Ecológicos A Base De Residuos Inorgánicos. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*. 18(21), 25-61. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2225-87872020000100003](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872020000100003)
- Hinojosa Ledezma, O., & Velasco Hurtado, C. (2004). Diagnóstico del trabajo de las ladrilleras artesanales en la ciudad de Oruro. *Revista Metalúrgica UTO*, 42.
- Mendoza, V., & Jacinta, M. (2011). Análisis de viabilidad de un proyecto de inversión para la creación de una fábrica de ladrillos en la comuna Sancán del Cantón Jipijapa. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/177>
- Moya, J. C., Cevallos, E. D., & Endara, E. X. (2019). La Construcción Sostenible A Partir Del Empleo Del Ladrillos Tipo PET. *INGENIO*, 2(1), 24–32. <https://doi.org/10.29166/ingenio.v2i1.1632>
- NEC. (2015). Mampostería estructural, Capítulo 10. Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- Paz, F., & Marisol, T. (2016). Proyecto de Inversión para la creación de una Empresa Productora de ladrillos localizada en la parroquia Malacatos cantón Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/10254>
- Ramírez B., L. A. (2018). Las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo - cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz – 2016. Universidad San Pedro, Perú.

- ReinosoE., VergaraL., RonquilloD., & Hernández Ángel. (2017). Elaboración de Ladrillos Ecológicos a base de Polietileno. *Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas*, 1(1), 30-34. <http://investigacion.utc.edu.ec/index.php/ciya/article/view/74>
- Ruiz, Angel. & Celi, Jhon. (2019) Fabricación de ladrillos macizos con diatomeas calcinadas. *Ciencia*, 20(2), 105-117. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v20i2.1188>
- Sánchez Bernal, R., Pita Castañeda, D. J., González Velandia, K. D., & Hormaza Verdugo, J. A. (2019). Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales. *Revista De Ciencias Ambientales*, 53(1), 23-44. <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.2>
- Zuñiga Suárez, A., Hernández Olivares, F., Fernández Martínez, F., Zuñiga, B., Sánchez, L., & Paladines, J. (2017). Development of improved bricks (LM) and use of new technologies for ecological bricks (LE) elaboration. En *Proceedings of the 3rd International Congress on Sustainable Construction and Eco-Efficient Solutions*. (1194-1218), Sevilla: Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura.