



**Ciencia Latina**  
Internacional

---

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,  
Volumen 8, Número 1.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1)

**PUESTA EN VALOR DEL LADRILLO  
ARTESANAL FABRICADO EN LA CIUDAD DE  
SANTA ANA DE VUELTA LARGA, PROVINCIA  
DE MANABÍ, ECUADOR**

**VALUATION OF ARTISANAL BRICK MANUFACTURED  
IN SANTA ANA DE VUELTA LARGA CITY,  
MANABÍ, ECUADOR**

**Arq. Luis Antonio Barreiro García**  
Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.9839](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9839)

## **Puesta en Valor del Ladrillo Artesanal Fabricado en la Ciudad de Santa Ana de Vuelta Larga, Provincia de Manabí, Ecuador**

**Arq. Luis Antonio Barreiro García<sup>1</sup>**

[Barreirogarcialuisantonio89@gmail.com](mailto:Barreirogarcialuisantonio89@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-4707-8433>

Universidad Particular San Gregorio de Portoviejo

Santa Ana, Manabí

Ecuador

### **RESUMEN**

La presente investigación tiene como objetivo valorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal fabricado en la ciudad de Santa Ana de la provincia de Manabí. Para dar soporte teórico se llevó a cabo una investigación cuantitativo-descriptivo. Para el levantamiento de la información se llevó a cabo una investigación de campo aplicando técnicas de observación a fin de realizar el diagnóstico de la situación actual de las ladrilleras artesanales. Además de realizó una investigación experimental y de laboratorio para valorar las propiedades físicas y mecánicas de resistencia a la compresión y absorción de agua de los ladrillos elaborados con suelos arcillosos los cuales fueron expedidos de cuatro ladrilleras de la ciudad de Santa Ana. Los resultados determinaron que los ladrillos presentan valores superiores al 20% de porcentaje de absorción de agua por lo que no cumplen con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3049-5. Al igual, las pruebas mecánicas de compresión realizadas determinaron que los datos obtenidos tampoco superan las resistencias mínimas determinadas en la norma.

**Palabras clave:** ladrillo artesanal, propiedades físicas y mecánicas, ensayo

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [Barreirogarcialuisantonio89@gmail.com](mailto:Barreirogarcialuisantonio89@gmail.com)

# Valuation of Artisanal brick manufactured in Santa Ana de Vuelta Larga City, Manabí, Ecuador

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the physical and mechanical properties of the handmade brick manufactured in the city of Santa Ana in the province of Manabí. To provide theoretical support, a quantitative-descriptive research was carried out. For the collection of information, a field research was carried out by applying observation techniques in order to make a diagnosis of the current situation of the artisanal brick kilns. In addition, experimental and laboratory research was carried out to evaluate the physical and mechanical properties of compressive strength and water absorption of bricks made with clay soils, which were shipped from four brick kilns in the city of Santa Ana. The results determined that the bricks presented values higher than 20% of water absorption percentage and therefore did not meet the requirements established by the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 3049-5. The mechanical compression tests carried out determined that the data obtained do not exceed the minimum resistances determined in the standard.

**Keywords:** handmade brick, physical and mechanical properties, testing

*Artículo recibido 27 diciembre 2023  
Aceptado para publicación: 30 enero 2024*



## INTRODUCCIÓN

El ladrillo ha sido uno de los materiales de construcción más antiguos fabricado por el hombre, su historia se remonta a los orígenes de la civilización cuando se utilizaba el bloque de adobe o barro hace 10.000 a.C. y 8.000 a.C. que luego al humectarlo, amasarlo, secarlo y posteriormente someterlo a cocción, éstas se tornaban estables y resistentes, lo cual brindaba la posibilidad de realizar innumerables diseños ornamentales en la antigua Mesopotamia, de ahí en adelante su evolución ha sido en función del desarrollo de las culturas.

Asia desarrolló métodos en la construcción del ladrillo que lo hacían más duro y fuerte. Campbell y Pryce (2016) mencionan que hace 1.200 d.C. el ladrillo ya estaba inmerso toda Europa y Asia. Paralelamente, el islam difundía las técnicas de fabricación y colocación del ladrillo, el monaquismo cristiano lo introducía a través de Europa, y el budismo lo propagaba por la India, Birmania y Tailandia. Durante el renacimiento, el ladrillo fue utilizado masivamente, su uso se extendía en la construcción de viviendas en las ciudades y fortificaciones. Posteriormente, los colonos lo llevaron a América. En el siglo XVIII, durante los inicios de la revolución industrial, Europa describió los métodos para la fabricación del ladrillo y desarrolló técnicas que permitieron realizar una producción a gran escala. En el siglo XIX el ladrillo se convirtió en el material estándar para la industria y el comercio. (Campbell & Pryce, 2016)

De ahí que la fabricación de ladrillos se incrementó paulatinamente, revolucionando la producción de ladrillos en serie, los cuales son más homogéneos. En la actualidad, se elaboran diferentes ladrillos dependiendo de la finalidad, la necesidad y el aspecto final que debe tener la obra. Sin embargo, podemos destacar algunos tipos de ladrillo entre ellos el ladrillo macizo, macizo semi-prensado, macizo prensado, ladrillo hueco o bloque, hueco prensado, etc.

Existen diferentes conceptos respecto a la definición del ladrillo, Bianucci (2009) lo define como una piedra resultante de la mezcla de la arcilla, que, al pasar por el proceso de moldeado, secado y cocción adquiere una gran dureza y resistencia. La Norma Técnica Ecuatoriana- INEN 293 (2014) considera que el ladrillo “es una pieza de arcilla moldeada y cocida en forma paralelepípedo, de suficiente plasticidad o consistencia que se emplea en albañilería, son fabricados bajo el procedimiento de cocción

al rojo, a una temperatura mínima de 800° C, los cuales una vez cocidos, deben tener una masa homogénea de resistencia uniforme.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3049-1 (2018) existen una amplia gama de variedades, formas y tamaños de ladrillos, los cuales varían según las funciones constructivas, estructurales o arquitectónicas, por lo que se aplican en toda clase de obras y construcciones cuyas aplicaciones se dan principalmente en casas, edificios, bodegas, industrias, hornos, pisos y paisaje urbano, carreteras, puentes, entre otros. Así mismo, la norma los clasifica en tres grupos: (1) ladrillos estructurales, que por su diseño y resistencia pueden permitir o no la construcción de mampostería estructural o muros que soporten cargas adicionales a su propio peso; (2) ladrillos no estructurales, los cuales por su diseño o resistencia no pueden permitir la construcción de mampostería estructural o no muros que soporten cargas adicionales a su propio peso; (3) ladrillos de fachada, los cuales son de tamaño pequeño, por sus características de color, acabado y durabilidad, son aptos para construir muros de fachada en ladrillo a la vista con fines arquitectónicos, que pueden estar expuestos a la intemperie.

Independientemente del tipo de producción, sea artesanal, semi-industrial o industrial, estos tienen el mismo proceso de fabricación, por lo que únicamente varían los instrumentos, métodos y herramientas utilizadas para la producción. A manera de simplificar el proceso, este se compone de seis pasos: (a) *extracción*, el cual se realiza desde los depósitos de arcilla que se encuentran al pie de colinas o en tierras agrícolas. La arcilla debe someterse a ciertos tratamientos de trituración, homogenización y reposo en acopio, para obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características mecánicas y químicas; (b) *dosificación y molienda*, donde se realiza la trituración de la arcilla sin tratar y se obtiene la materia prima con la granulometría y textura necesarias para su posterior conformado. Molina y Valdez (2008) señalan que la arcilla molida se mezcla con distintos aditivos según los requerimientos de calidad del producto final. Ramírez (2014) menciona que “en las ladrilleras artesanales la molienda es manual, se amasan y apisonan los terrones de arcilla en pozas construidas en el suelo”; (c) *dosificación de agua y amasado*, en esta etapa, se prepara la arcilla y se la mezcla con agua para darle la humedad necesaria para eliminar las pequeñas cámaras de aire que se forman dentro de ella y que crean zonas de menor resistencia, esta masa debe tener una consistencia homogénea y con la textura requerida; (d) *moldeado*, en este punto, se le da a la arcilla la forma que las unidades de

mampostería deberán tener después de su cocción. El moldeado se lo puede realizar de manera manual o a través del empleo de máquinas. Lescano (2014) argumenta que en la producción de ladrillo artesanal se vacía la mezcla dentro de los moldes, compactándola con las manos y alisándola con un rasero, el cual se usa para quitar el excedente de la medida establecida; (e) *secado*, la finalidad del secado es eliminar el agua presente en la arcilla procedente en la etapa de moldeado para posteriormente ir a la fase de cocción. Bajo este contexto, la Norma Técnica Ecuatoriana- INEN 3049 (2018) define el proceso del secado como “un proceso industrial en el cual se consigue retirar parte del agua de las piezas antes de entrar al horno de cocción”; (f) *cocción*, proporciona a la unidad de cerámica resistencia y rigidez. En este proceso se someten a las piezas de arcillas a altas temperatura por tiempos prolongados en hornos, con el fin de que adquieran sus propiedades mecánicas y físicas, ya que la arcilla sin cocer tiene propiedades muy bajas. La Norma Técnica Ecuatoriana-INEN 3049 (2018) menciona que “mientras más alto es el tratamiento térmico, mayor es el grado de unión o liga de las partículas de arcilla y por consiguiente será mayor la resistencia desarrollada; así como también, generalmente, menor la porosidad resultante”. Navarro et al. (2020), mencionan que durante la producción del ladrillo artesanal debe estar prendido por 14 horas continuas con el ladrillo para su cocimiento. Con este proceso no “sólo consiguen las propiedades físicas y mecánicas sino también la apariencia final” (Lescano, 2014) ; y (g) *almacenamiento*, en esta etapa, cuando el producto se ha cocido y es resistente y llena las exigencias de calidad, se los coloca en un lugar destinado para su almacenamiento los cuales se los apila en formaciones de paquetes sobre los denominados «pallets» que hacen fácil su traslado de un lugar a otro. Respecto a las propiedades de los ladrillos, la Norma Técnica Ecuatoriana-INEN 3049-3 (2019b) establece que las unidades de arcilla para muros de mampostería no estructural deben cumplir los requisitos de resistencia a la compresión especificados en la tabla 1

**Tabla 1.** Propiedades físicas de las unidades de mampostería no estructural

Tipo	Resistencia mínima a la compresión		Absorción de agua máxima en % <sup>a,b</sup>	
	Mpa (kgf/cm <sup>2</sup> )		Interior	
	Promedio 5 Unidades	Unidad	Promedio 5 Unidades	Unidad
PH	3,0 (30)	2,0 (20)	17	20
PV	14,0 (140)	10,0 (100)	17	20
M	14,0 (140)	1,5 (15)	17	20
Unidades livianas PH	2,0 (20)	1,5 (15)	17	20

a-Si en razón de la materia prima utilizada, las unidades de mampostería no estructural resultan con absorción mayor a la especificada en la Tabla, se debe acudir al análisis térmico diferencial conjunto de la arcilla y del producto cocido, de acuerdo con el procedimiento descrito en NTE INEN 3049-5 para determinar si la temperatura de cocción fue suficiente o no para formar fases cerámicas estables.

b-El análisis térmico dilatométrico puede reemplazar al análisis térmico diferencial cuando se trate de determinar el rango de temperaturas en el cual ha sido cocido un material cerámico. Para que el ensayo sea efectivo se debe hacer conjuntamente sobre la materia prima y sobre el producto terminado, puesto que es de la comparación de resultados que se deduce el rango de cocción del material.

Obtenido de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3049-3 (2019b, pág. 6)

En Ecuador, el sector manufacturero representa unos de los cinco rubros más importantes en la generación de la economía, las empresas dedicadas a la fabricación de artículos de hormigón, de cemento y yeso, en los que se encuentran los bloques y adoquines y el sector de construcción juegan un papel fundamental, ya que no solo generan fuentes de empleos, sino que dotan de ingresos económicos al estado. El Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2020) mencionó que la industria manufacturera tuvo una participación del 12% del PIB anual, seguido por los sectores construcción y comercio, los cuales tuvieron una participación del PIB anual del 9% y 16 % respectivamente. Ordóñez et al. (2021) plantea que el sector manufacturero comprende a las MIPYMES dedicadas a la fabricación de otros productos minerales no metálicos, forman parte de la elaboración de bienes finales de uso social como viviendas, edificaciones, obras de infraestructura, etc., pero también de bienes intermedios para fabricación de complementos de construcción.

Bajo este contexto, la actividad de fabricación de ladrillos está distribuida ampliamente a nivel nacional. Las grandes empresas emplean una tecnología que permiten desarrollar productos de calidad, al contrario de las micro y pequeñas empresas la cuales presentan un alto grado de informalidad para la fabricación de sus productos. El Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2022) registra a 149.866 empresas dedicadas a la industria manufacturera, según la Corporación Financiera Nacional (2022) en el año 2020 existieron dieciséis empresas dedicadas a la fabricación de

materiales de construcción de arcilla, ubicadas principalmente en las provincias del Guayas, Loja y Pichincha. Estas empresas proveyeron 373 plazas de empleo, de las cuales el 76% correspondieron a grandes empresas y el 14,20% correspondieron a las microempresas. Para Arrieta et al. (2019) “las microempresas en el Ecuador representan el 90,78% del total de empresas y constituyen un conjunto de organizaciones de vital importancia para el país”. Según el estudio de mercado realizado por ALTIOR CIA. LTDA (2013) respecto del sector ladrillero artesanal en Ecuador, se menciona que para el año 2010 el país contaba con mil ochocientos cinco empresas dedicadas a la producción de ladrillos de los cuales el 95,4% correspondían a microempresas, el 3,32% a pequeñas empresas, el 0,61% medianas empresas y 0,22% grandes empresas. De estos datos, el 12,53% de los establecimientos tuvieron calificación artesanal, donde Manabí tenía una mayor proporción respecto a las provincias de Orellana y Azuay. Así mismo se menciona que a nivel nacional el 51,43% de los locales no contaban con Registro Único de Contribuyente, lo que implicaba que “más de la mitad de establecimientos del sector ladrillero de microempresa en el Ecuador realizaba su actividad de manera informal”.

Así mismo, el impacto ambiental generado por las ladrilleras provoca una importante presión por parte de las autoridades municipales y de la población debido a la fuerte presencia de uso de suelo residencial generando conflicto de uso de suelo. La explotación de laderas para la extracción de la materia prima se ha convertido en una de las principales causantes del daño ecológico generando zonas expuestas a los deslizamientos por erosión, de igual manera la tala descontrolada de árboles silvestres para la producción de la leña como combustible para la quema de lotes de ladrillos.

En Manabí el sector ladrillero está conformado principalmente por microempresas que elaboran este producto de forma artesanal y son caracterizadas por su alto grado de informalidad, uso de técnicas tradicionales y conocimientos que se han transmitido de generación en generación, así como también la proliferación de grandes cantidades gases contaminantes entre otros. La fabricación de ladrillos en las microempresas se caracteriza por poseer pequeños y medianos volúmenes de producción, su sistema de elaboración se basa en la utilización de maquinaria obsoleta o procesos realizados manualmente, sin ningún control de calidad, sin realizar una buena aplicación en los procesos productivos y sin emplear la normatividad que la reglamenta. La producción desarrollada por las ladrilleras, generalmente está integrada por los trabajadores y el jefe, en donde media una relación laboral asalariada, también se

encuentra otro tipo de unidades productivas conformadas por economía popular, donde los distintos miembros de los hogares participan de las tareas productivas y en algunas ocasiones contratan trabajadores/as temporarios/as para realizar parte de las tareas. Se caracterizan, en gran parte de los casos, por los bajos niveles de tecnificación, la baja estandarización, la producción a baja escala y los magros ingresos. (Goren, Bonelli, & Corradi, 2020)

Ante ello, hay diferentes estudios anteceden este trabajo investigativo, Coyago (2021) determinó la resistencia a compresión de ladrillos macizos fabricados con diferentes tipos de arcilla del cantón Pastaza- Ecuador y realizó su comparación con el ladrillo común. Este trabajo se desarrolló a través de una investigación experimental y de laboratorio para definir las propiedades físicas y mecánicas, así mismo realizó una investigación de campo para determinar si el suelo arcilloso era apto para la elaboración de los ladrillos artesanales. La investigación experimental se la realizó a tres ladrilleras artesanales, ladrillera “El Duro”, ladrillera “Tirado”, ladrillera La Primavera”. Respecto a la investigación de campo, la autora tomó cuatro suelos arcillosos dos ubicados en el Cantón Santa Clara, uno en el Cantón Arajuno y el último en la parroquia Diez de Agosto pertenecientes al cantón Pastaza. Los resultados determinaron que el suelo arcilloso de Santa Clara es efectivo, mejora la calidad de los productos finales.

García et al. (2012) evaluaron las propiedades mecánicas de los ladrillos macizos cerámicos fabricados a mano en el municipio de Ocaña en Colombia, aplicaron en primera instancia ensayos de caracterización física de la arcilla. Tomaron como área de estudio dieciséis ladrilleras o unidades productivas del sector para realizar ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, tasa inicial de absorción, y absorción de agua, basándose en la norma técnica colombiana NTC-4017. Los resultados determinaron que los ladrillos producidos en Ocaña no cumplen las resistencias establecidas de la Normas Técnicas de Colombia en cuanto a las unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos.

Ambos estudios determinaron que la producción de las ladrilleras no cumple con los requisitos establecidos por las normas respectivas de cada país. Por ello, debido al grado de informalidad y el uso extendido que han tenido los ladrillos artesanales para cumplir funciones estructurales, se plantean dudas sobre las propiedades y características de los ladrillos fabricados en Santa Ana perteneciente a la

provincia de Manabí- Ecuador, es decir si cumplen o no con los requisitos y normas establecidas ya que si bien es cierto este tipo unidades de producción se realiza sin un control industrial y sin ningún estricto control de calidad. Es imperante (1) determinar la puesta en valor del ladrillo artesanal fabricado en la ciudad de Santa Ana de la provincia de Manabí, (2) diagnosticar la situación actual de las ladrilleras artesanales, (3) determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo a través de pruebas de laboratorio, y (4) finalmente analizar el contexto que propicia la producción del ladrillo artesanal. Considerando lo expuesto, se plantea la siguiente interrogante ¿Los ladrillos artesanales de la ciudad de Santa Ana presentan características físicas y mecánicas que lo determinan como un ladrillo de calidad? Esta investigación es de suma importancia ya que tiene como finalidad estudiar la calidad y cualidad de los ladrillos artesanales que se fabrican en las ladrilleras de la ciudad de Santa Ana debido a que su demanda en la construcción convencional es de gran relevancia y es muy apreciado por los constructores de la provincia por su dureza y calidad de sus superficies a diferencia de otras mamposterías que se encuentran en el mercado. Sin embargo, la fabricación de este producto repercute al medio ambiente y a la salud de los colindantes ya que los métodos tradicionales de cocción no son tan eficientes. Es de gran relevancia social ya que se beneficiará principalmente al sector ladrillero de la ciudad, así como a los clientes, profesionales ingenieros civiles, arquitectos, toda la sociedad que trabaja directa o indirectamente con el producto.

### **Caso de estudio**

El cantón Santa Ana tiene una extensión territorial de 1025,28 kms<sup>2</sup> está ubicado geográficamente en el centro este de la Provincia de Manabí, limita al norte con el cantón Portoviejo, al sur con los cantones 24 de Mayo y Olmedo, al este con los cantones Pichincha y Balzar y al Oeste con los cantones Jipijapa, 24 de Mayo y Portoviejo. Se divide en dos parroquias urbanas y cuatro parroquias rurales: Lodana, Santa Ana, Ayacucho, Honorato Vásquez, La Unión y San Pablo de Pueblo Nuevo respectivamente.

El hidrante principal del cantón Santa Ana está integrado por el río Portoviejo y el río Grande; esta cuenca hídrica se ubica en el sector central del área de influencia del sistema de trasvases de Manabí, su territorio se caracteriza por tener una topografía irregular en la zona alta y regular en la zona baja del valle del río Grande.

Según los datos del Censo de población y vivienda del año 2010 elaborado por el INEC, la población cantonal de Santa Ana es de 47.385 habitantes distribuidos en 1019.07 km<sup>2</sup>, generando una densidad poblacional promedio de 46,50 hab./km<sup>2</sup>. De los cuales una alta concentración de la población se encuentra en las parroquias Honorato Vásquez, Ayacucho y la cabecera cantonal, ya que cuentan con una adecuada infraestructura de servicios básicos, establecimientos educativos y de salud.

Los habitantes del cantón se dedican principalmente a la ganadería, agricultura, silvicultura y pesca. La población económicamente activa del cantón Santa Ana corresponde un 47,72% el área urbana y un 39,44 % el área rural.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Santa Ana (2019) el uso generalizado del suelo define claramente la productividad actual del territorio, el 42,37 del suelo del cantón es zona ganadera, el 38,24% corresponde a la zona agrícola y el 14,63% del cantón es zona agropecuaria. En su infraestructura turística, el cantón cuenta con dos lugares turísticos reconocidos a nivel regional los mismos que están ubicadas en la zona urbana del cantón, estos son: la Quinta Recreacional “Maribel” y el Centro Turístico “San Agustín”.

El cantón de Santa Ana por ser un área suburbano carece de fuentes de trabajo, sus pobladores en vista de la necesidad de sobrevivir, se han destacado por crear microempresas productivas de orden artesanal, dentro de las cuales por la temática de estudio se destacan a los propietarios y fabricantes de ladrillos.

## **METODOLOGÍA**

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo-descriptivo el cual permitió la recolección y análisis de la información. Para dar soporte teórico a la investigación se realizó un análisis de la literatura existente acerca de la temática de estudio. Para el levantamiento de la información se llevó a cabo una investigación de campo a fin de realizar el diagnóstico de la situación actual de las ladrilleras artesanales de la ciudad de Santa Ana de la provincia de Manabí, para ello se realizó una visita directa a los lugares de producción y se aplicaron técnicas de observación.

A través de la técnica de observación se realizó un análisis urbano de las ladrilleras artesanales de la ciudad de Santa Ana, para ello se ha utilizado como instrumento una ficha observación para determinar el uso de suelo, acceso, conexiones, uso del espacio, comodidad e imagen, recopilar y analizar los datos

respecto la oferta mensual de ladrillos, tipos de ladrillos que oferta, maquinaria, tipo de horno, tipo de producción, etc. Para el procesamiento de la información de se utilizó Microsoft Excel para ingresar los resultados obtenidos respecto a la situación actual de las ladrilleras de la ciudad de Santa Ana. También se realizó una investigación experimental y de laboratorio para valorar las propiedades físicas y mecánicas en cuanto a la resistencia a la compresión y absorción de agua de los ladrillos elaborados con suelos arcillosos los cuales fueron expedidos de cuatro ladrilleras de la ciudad de Santa Ana, la finalidad de realizar la valoración de las propiedades físicas y mecánicas permitirá determinar si los ladrillos cumplen con su función como elemento de mampostería, estructural y decorativo, ya que al ser usados como material de construcción deben ofrecer su máximo rendimiento.

Para llevar a cabo la investigación experimental se tomó de referencia el estudio realizado por García y Mendiola (2015) respecto a la evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida elaborados de la incorporación de residuos agrícolas en Chiapas-México. Para ello, recolectaron diez ladrillos de cinco ladrilleras que posteriormente fueron analizados con la finalidad de determinar las características físicas y mecánicas que presentaban antes de las adiciones de los residuos agrícolas. Para determinar la resistencia a la compresión se obtuvo del promedio de 5 ladrillos ensayados y para la prueba de absorción también se obtuvo de 5 ladrillos de acuerdo a lo establecido en las normas N CMT 2 01 001/02; la NMX-C-441- ONNCCE-2013 y la Norma NMX-C-404- ONNCCE2012. Después, compararon los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en las normas mexicanas.

Considerando el trabajo de García y Mendiola para el estudio experimental de los ladrillos artesanales de la ciudad de Santa Ana se tomarán diez ladrillos de cada tipo por ladrillera, para un total de cincuenta ladrillos. Se usarán veinticinco ladrillos para realizarle ensayos de resistencia a la compresión y a los restantes se le realizaron ensayos de absorción de agua. Para la valoración de las propiedades físicas y mecánicas se tomará de referencia la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3049-5 Ladrillos Cerámicos parte 5: Métodos de Ensayo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La presentación del análisis de los resultados se desarrolla en dos partes, (1) determinar la situación actual de las ladrilleras artesanales de la ciudad de Santa Ana a través de una ficha técnica y (2) el diagnóstico de propiedades físicas mecánicas del ladrillo sólido de las ladrilleras artesanales.

### **Resultados de fichas técnicas para determinar la situación actual de las ladrilleras artesanales**

La ladrillera 1 del Sr. Klever Zambrano Villigua invierte \$990 dólares en la producción de un lote de 12.000 unidades de ladrillos por quema. El tipo de producción de la ladrillera es continua, el nivel de producción es mensual con un número de 2 quemas mensuales. Tiene una oferta mensual de 8.000 unidades de ladrillo burrito y 7.000 unidades de ladrillo maleta. Los meses de junio, septiembre y octubre representan los meses de mayor utilidad para la ladrillera, siendo los meses de enero y febrero los de menor utilidad, margen de utilidad 15%.

La ladrillera 2 del Sr. Colón Fernando Saltos invierte \$ 640 dólares en la producción de un lote de 7000 unidades de ladrillos por quema. El tipo de producción es continua, su producción es mensual con un número de 2 quemas mensuales. La oferta mensual de la ladrillera es de 5.000 unidades de ladrillo burrito y 5.000 unidades de ladrillo maleta. Los meses de junio y julio representan los meses de mayor utilidad, siendo los meses de enero, febrero y marzo los de menor utilidad, margen de utilidad 10%.

La ladrillera 3 de la Sra. Carmen Saltos Mendoza invierte \$ 1.268 dólares en la producción de un lote de 1.4000 unidades de ladrillos por quema. El tipo de producción es continua, el nivel de producción es mensual con un número de 4 quemas mensual y una oferta mensual de 10.000 unidades de ladrillo burrito y 10.000 unidades de ladrillo maleta. Los meses de julio y agosto representan los meses de mayor utilidad, siendo los meses de marzo y abril los de menor utilidad, margen de utilidad 20%.

La ladrillera 4 del Sr. Luis Edison Saltos invierte \$ 1.580 dólares para producir un lote de 15.000 unidades de ladrillos por quema. El tipo de producción es continua, su nivel de producción es mensual con un número de 4 quemas mensuales. La oferta mensual es de 10.000 unidades de ladrillo burrito y 10.000 unidades de ladrillo maleta. Los meses de mayo, junio y julio representan los meses de mayor utilidad, siendo los meses de enero, febrero, marzo y abril los de menor utilidad, margen de utilidad 7%.

### **Diagnóstico de propiedades físicas mecánicas del ladrillo sólido de las ladrilleras artesanales**

a) Resultados de pruebas de absorción

El ensayo de prueba de absorción consistió en marcar y cuantificar el peso en seco a temperatura ambiente (masa A) en gramos de cada probeta de ladrillo obtenida en una balanza. Posteriormente, se sumergió en una piscina llena de agua en un periodo no menor a 24 horas para finalmente volver a pesar y determinar su peso final (masa B) en gramos. Para ello se aplicó la fórmula establecida en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3049-5 para determinar la absorción donde se resta la Masa B de la Masa A dividiendo para Masa A y multiplicando por 100, obteniendo porcentajes parciales los cuales mediante el método de porcentaje característico se anulan el mayor y menor resultado, quedando tres valores para promediar.

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos de los ensayos de absorción de agua de las probetas obtenidas de las cuatro ladrilleras analizadas. Según los resultados, se puede indicar que de manera individual las probetas de cada ladrillera cumplen con lo que indica la norma NTE INEN 3049-5 ya que presentan porcentajes superiores al 5% en promedio. Sin embargo, en su análisis de promedio entre cinco unidades no deben superar el 17 % lo cual indica que, al no estar dentro del rango máximo, estas no cumplen con los requisitos en cuanto a absorción de agua, por lo que únicamente se pueden utilizar en muros no estructurales interiores o que tengan algún recubrimiento de acabado.

b) Resultados de pruebas de resistencia a la compresión

El ensayo de las probetas de las ladrilleras, consistió en tomar las medidas en sus tres dimensiones, cuantificar el peso, calcular el área de la superficie de trabajo del ladrillo, en maleta de canto y en burrito acostado y calcular su densidad para posteriormente aplicar mediante una máquina de ensayo de compresión, calibrada cargas verticales uniformes siendo esta la carga máxima hasta donde fallo cada probeta.

Considerando los resultados obtenidos de la tabla 3 se indica que las probetas obtenidas de las ladrilleras no cumplen en cuanto a las pruebas de compresión establecidos por la norma NTE INEN 3049-5 ya que los valores se ubican debajo de 140kg/cm<sup>2</sup>, rangos mínimos establecido por la norma de las propiedades físicas de las unidades de mampostería no estructural ya sea de manera individual o en grupo.

**Tabla 2.** Pruebas de absorción de agua de las probetas

Propietario	Tipo	Probetas	A	B	Fórmula %	Promedio %
			Masa h	Masa s	$(b-a) / a * 100$	

Ladrillera 1 Sr. Klever Zambrano Villigua	Ladrillo burrito	L1-A	2266	2757	21,67	
		L1-B	2154	2754	27,86	X
		L1-C	2241	2746	22,53	
		L1-D	2233	2701	20,96	X
		L1-E	2187	2769	26,61	23,60
	Ladrillo maleta	L1-F	3058	3730	21,98	X
		L1-G	2935	3621	23,37	
		L1-H	2773	3456	24,63	
		L1-I	2941	3608	22,68	23,56
		L1-J	2820	3584	27,09	X
Ladrillera 2 Sr. Colon Fernando Saltos	Ladrillo burrito	L2-A	2234	2805	25,56	X
		L2-B	2123	2704	27,37	
		L2-C	2195	2844	29,57	X
		L2-D	2133	2704	26,77	
		L2-E	2105	2712	28,84	27,66
	Ladrillo maleta	L2-F	3065	3601	17,49	X
		L2-G	2941	3666	24,65	X
		L2-H	2875	3564	23,97	
		L2-I	2904	3504	20,66	21,77
		L2-J	2804	3384	20,68	
Ladrillera 3 Sra. Carmen Saltos Molina	Ladrillo burrito	L3-A	2289	2791	21,93	
		L3-B	2273	2793	22,88	
		L3-C	2289	2768	20,93	X
		L3-D	2346	2956	26,00	X
		L3-E	2292	2829	23,43	22,75
	Ladrillo maleta	L3-F	3049	3712	21,74	X
		L3-G	3138	3763	19,92	X
		L3-H	3105	3777	21,64	
		L3-I	3077	3705	20,41	
		L3-J	3104	3738	20,43	20,83
Ladrillera 4 Sr. Luis Edison Saltos	Ladrillo burrito	L4-A	2379	2960	24,42	X
		L4-B	2419	2997	23,89	X
		L4-C	2445	3037	24,21	
		L4-D	2391	2965	24,01	
		L4-E	2449	3035	23,93	24,05
	Ladrillo maleta	L4-F	2832	3567	25,95	X
		L4-G	3113	3895	25,12	
		L4-H	2983	3636	21,89	X
		L4-I	3253	4064	24,93	
		L4-J	2955	3629	22,81	24,29

Nota: (X) Representa la anulaci3n los porcentajes de menor y mayor absorci3n de agua

**Tabla 3.** Resultados de prueba de resistencia a la compresión

Propietario	Tipo	Probeta N°	Lado	Lado	Peso	Área	Densidad	Carga máxima	Resistencia	Promedio
			Cm	Cm	Gr	Cm2	G/cm3	(KG)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
Ladrillera 1 Sr. Kiever Zambrano Villigua	Burrito	1	11	29.5	2145	325	1091	12380	38	35
		2	11	29.5	2239	325	1138	13250	41	
		3	11	29.5	2137	325	1087	10550	33	
		4	11	29.5	2177	325	1107	9920	31	
		5	11	29.5	2231	325	1134	9900	31	
	Maleta	1	6	29.5	2917	177	1137	6040	34	36
		2	6	29.5	3022	177	1177	6610	37	
		3	6	29.5	3022	177	1177	6560	37	
		4	6	29.5	2951	177	1150	5760	33	
		5	6	29.5	2938	177	1145	6580	37	
Ladrillera 2 Sr. Colon Fernando Saltos	Burrito	1	11	29.5	2245	325	1091	12380	35	35
		2	11	29.5	2180	325	1138	13250	38	
		3	11	29.5	2234	325	1087	10550	40	
		4	11	29.5	2205	325	1107	9920	32	
		5	11	29.5	2145	325	1134	9900	32	
	Maleta	1	6	29.5	2917	177	1137	6040	33	35
		2	6	29.5	3022	177	1177	6610	36	
		3	6	29.5	3022	177	1177	6560	38	
		4	6	29.5	2951	177	1150	5760	34	
		5	6	29.5	2938	177	1145	6580	36	
Ladrillera 3 Sra. Carmen Saltos Molina	Burrito	1	11	29.5	2320	325	1225	11680	36	45
		2	11	29.5	2271	325	1199	13250	41	
		3	11	29.5	2270	325	1199	15940	49	
		4	11	29.5	2276	325	1202	15260	47	
		5	11	29.5	2264	325	1195	16430	51	
	Maleta	1	6	29	3102	174	1247	7090	41	47
		2	6	29	3084	174	1239	8860	51	
		3	6	29	3202	174	1287	8310	48	
		4	6	29	3155	174	1268	8020	46	
		5	6	29	3062	174	1231	9000	52	
Ladrillera 4 Sr. Luis Edison Saltos	Burrito	1	11	29.7	2482	327	1266	15780	48	39
		2	11	29.7	2418	327	1234	9990	31	
		3	11	29.7	2445	327	1247	12900	39	
		4	11	29.7	2545	327	1298	13410	41	
		5	11	29.7	2559	327	1305	11550	35	
	Maleta	1	6	29.5	3294	177	1283	5890	33	26
		2	6	29.5	2956	177	1152	4120	23	
		3	6	29.5	3085	177	1202	4760	27	
		4	6	29.5	3278	177	1277	4080	23	
		5	6	29.5	3092	177	1205	4240	24	

Elaborado por autor

Es importante destacar que desde el punto de vista económico la producción del ladrillo artesanal elaborado en la ciudad de Santa Ana es una de las actividades económicas más importantes en la localidad logrando producir un promedio de 12.000 unidades de ladrillos por quema dos veces al mes.



La época que representa de mayor utilidad son los meses de época seca siendo junio y julio los más importantes, al contrario de los primeros meses del año ya que es época húmeda donde la demanda del producto cae.

Los costos de producción son relativamente altos en relación al porcentaje de utilidad que percibe este sector ya que el mercado regula y establece los precios por unidad, mensualmente cada ladrillera despacha al mercado manabita alrededor de 16.000 unidades de ladrillos mensuales. El precio final lo regula el mercado y se establece el costo unitario por cada ladrillo de \$ 0.15 centavos de dólar, este sector productivo genera en promedio un monto total de \$ 10.000 dólares mensuales, de los cuales se benefician 47 personas que laboran en este sector.

Los inicios del proceso de fabricación del ladrillo artesanal, datan desde 1972 cuando se considera que la tierra era apta para la elaboración de ladrillo, durante el inicio del proceso de fabricación de ladrillos, los artesanos no sabían las técnicas de elaboración para poder fabricar un buen ladrillo, por lo que este no podía competir con los ladrillos fabricados de los cantones de Montecristi y Manta ya que no contaban con los recursos y conocimientos adecuados. Con el pasar del tiempo, la adquisición de conocimiento y experiencia e incorporación de nuevos componentes a la materia prima como la arcilla y la arena en la argamasa subsiguientemente el producto final fue mejorando su calidad. Este producto es apreciado por los constructores manabitas debido a resistencia, textura y color.

El proceso de fabricación de ladrillos es una actividad muy dinámica al igual que otras actividades tales como el comercio, su beneficio social es muy relevante ya que numerosas familias se benefician y sobreviven de este negocio, el potenciar esta actividad sería de gran importancia para el desarrollo colectivo. El proceso de producción artesanal es relativamente sencillo, con muy bajo nivel de mecanización, e involucra un uso intensivo de mano de obra. La etapa de formación de los ladrillos verdes se hace esencialmente a mano y el proceso de secado es por exposición al sol.

En las ladrilleras de la localidad de estudio se produce quema el ladrillo en hornos tradicionales de leña tipo colmena, siendo un método muy fácil para los artesanos, como combustible utilizan la leña la misma que es extraída en bosques silvestres dentro del cantón, siendo esta un proceso no sostenible ya que la tala se realiza sin ningún control. Esta situación genera la necesidad de encontrar una alternativa tecnológica que permita reducir el impacto ambiental de los hornos artesanales, para mejorar la

eficiencia y calidad de sus productos y para hacerla sostenible, económica, ambiental y socialmente. Así mismo, el evidente conflicto de uso de suelo con la zona residencial ha generado discusión por parte del GAD municipal, proponiendo un posible reubicación, la misma que no ha sido acogida de manera positiva por parte de los propietarios de estas ladrilleras ya que no existe un plan real donde se garantice los intereses de este sector, para lo cual en un posible escenario se pueda plantear la evolución de métodos más eficientes de quema de ladrillo como la construcción de hornos ya diseñados que puedan otorgar otras alternativas para no perjudicar a este sector.

## **CONCLUSIONES**

En la ciudad de Santa Ana existen cuatro ladrilleras que se ubican en el mismo sector de la urbe, las superficies de terreno son superiores a dos mil metros cuadrados y su ocupación de suelo sobre el 50%, su colindancia está marcada por una fuerte presencia de uso de suelo residencial generando conflicto de uso de suelo, sus actividades de producción son elaboradas con herramientas menores, usando hornos tradicionales de leña y el tipo de ladrillo que ofrecen al mercado son ladrillo burrito y ladrillo maleta.

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas y mecánicas que tienen los ladrillos, evidencian que, en las pruebas físicas, los ladrillos presentan valores superiores al 20% de porcentaje de absorción de agua por lo que no cumplen con los requerimientos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3049-5. Así mismo, las pruebas mecánicas de compresión realizadas determinaron que los datos obtenidos tampoco superan las resistencias mínimas determinadas por la norma.

La elaboración del ladrillo artesanal de Santa Ana, se caracteriza por ser una actividad transmitida de generación en generación durante 50 años de constante evolución, generando actualmente un movimiento económico aproximado de \$ 120.000 dólares anuales, siendo una actividad que dinamiza la economía en la ciudad logrando dar oportunidades de trabajo a 47 familias de manera directa. Sin embargo, se cuestiona su método de cocción en hornos artesanales tradicionales ya que su alta emisión de gases contaminantes perjudica la calidad del aire.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALTIOR CIA. LTDA. (14 de Febrero de 2013). *DOCPLAYER*. Obtenido de

<https://docplayer.es/45015635-Estudio-de-mercado-sector-ladrillero-artesanal-en-ecuador-estudio-de-mercado-del-sector-ladrillero-artesanal-en-el-canton-cuenca.html>

Arrieta, G. A., Lara, E. D., & Vélez, A. L. (2019). La competitividad en las microempresas en Manta 2019. *Revista San Gregorio*(35), 51-69. Obtenido de

<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rsan/n35/2528-7907-rsan-35-00051.pdf>

Bianucci, M. A. (2009). *Facultad de Arquitectura y Urbanismo FAU-UNNE*. Obtenido de

<https://arquitectologicofau.files.wordpress.com/2012/02/el-ladrillo-2009.pdf>

Campbell, J. W., & Pryce, W. (2016). *El Ladrillo. Historia Universal*. Barcelona: BLUME.

Corporación Financiera Nacional B.P. (2022). *Corporación Nacional Financiera B.P.* Obtenido de

<https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Fabricacion-de-materiales-de-construccion-de-arcilla.pdf>

Coyago, J. A. (2021). *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33092/1/Tesis%20I.%20C.%201488%20-%20Romero%20Coyago%20Johanna%20Alexandra.pdf>

Gad Municipal De Santa Ana . (2019). *GAD Municipal De Santa Ana* .

García, E. G., & Mendiola, L. L. (2015). Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas, caso Chiapas, México.

*Ingeniería*, 19(5), 91-101. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750925002>

García, N. A., Gómez, G. G., & Sepúlveda, R. M. (2012). PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLOS MACIZOS CERÁMICOS PARA MAMPOSTERÍA. *Ciencia e Ingeniería*

*Neogranadina*, 22(1), 43-58. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/911/91125275003.pdf>

Goren, N., Bonelli, J. M., & Corradi, F. (2020). *Universidad Nacional Arturo Jauretche*. Obtenido de

<https://www.bwint.org/web/content/cms.media/2411/datas/Informe-LADRILLEROS-FINAL-v02.pdf>

Lescano, J. B. (2014). *Universidad de Piura*. Obtenido de



[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI\\_199.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio de Producción , Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Boletin-Cifras-Productivas-AGOSTO-2022.pdf>

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2020). *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Presentacio%CC%81n-Industria-Junio-2021.pdf>

Molina, C. F., & Valdez, J. E. (2008). *Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1351/1/CD-2655.pdf>

Navarro-Enríquez, L., Tovar-Vásquez, A., & Rivera-Mojica, D. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en el proceso productivo de fabricación de ladrillo artesanal. *Revista de Tecnologías en Procesos Industriales*, 4(10), 1-10. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/taiwan/research\\_journals/Tecnologias\\_en\\_Procesos\\_Industriales/vol4num10/Revista\\_de\\_Tecnologi%E2%95%A0%C3%BCas\\_en\\_Procesos\\_Industriales\\_V4\\_N10\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Tecnologias_en_Procesos_Industriales/vol4num10/Revista_de_Tecnologi%E2%95%A0%C3%BCas_en_Procesos_Industriales_V4_N10_1.pdf)

Norma Técnica Ecuatoriana- NTE INEN 293. (04 de 06 de 2014). *Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/293.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana-NTE INEN 3049-1. (2018). *Norma Técnica Ecuatoriana-NTE*.

Norma Técnica Ecuatoriana- NTE INEN 3049-3. (2019b). *Norma Técnica Ecuatoriana*.

Ordóñez, L. T., Rivera, B. P., Mejía-Matute, S., & Luzuriaga, L. P. (2021). *Observatorio Empresarial. Universidad del Azuay*. Obtenido de <https://observaempresa.uazuay.edu.ec/sites/observaempresa.uazuay.edu.ec/files/public/2021-10/uazuay-observatorio-empresarial-analisis-del-entorno.pdf>

Ramírez, A. R. (2014). *Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/624/T%20666.737%20N772%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

