

Trabajo presentado en la Tecnociencia 2017

Preparación de Ladrillos Ecológicos

Antonio López (1), Blanca Palacios (1), José Irigoyen (1), Guillermo Sosa (1), Jaime Benítez (1), Alberto Racquevih (2)

1. Alumnos de la carrera de Ingeniería industrial, Facultad de Ciencias Aplicadas, UNP.
2. Profesor de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Aplicadas, UNP.

Resumen

Con base a los resultados obtenidos durante la ejecución de este proyecto se demostró la viabilidad desde el punto de vista económico y de calidad en la producción de ladrillos ecológicos modulares empleando ceniza de cascarilla de arroz (CCA) como reemplazo parcial o total del cemento, logrando inclusive valores de resistencia superiores a los ladrillos convencionales. Además, se encontró que el proceso de mezclado en dos etapas mejora aún más la resistencia mecánica de este tipo de concretos. Desde el punto de vista ecológico, la producción de los ladrillos ecológicos modulares no utiliza ningún tipo de combustible para la obtención de sus características ideales, con lo cual se logra contribuir con el medio ambiente, en contraposición con la producción de los ladrillos tradicionales que utiliza grandes cantidades de arcilla y madera para su elaboración. Desde el punto de vista de reutilización de desechos industriales, el objetivo del proyecto contribuye a insertar la ceniza de cáscara de arroz generada en la planta textil ubicada en la ciudad de Pilar, en la producción de ladrillos ecológicos modulares, cuyas propiedades reúnen los requisitos para su inclusión dentro del proceso de elaboración de los ladrillos. La ceniza de cáscara de arroz es desechada por la planta textil en un promedio de 40 m³ diarios. Con los resultados de costos obtenidos y del análisis en la utilización de diferentes tipos de ladrillos, se concluye que, con el uso de ladrillos ecológicos modulares se obtiene un 53% de ahorro con respecto al uso de ladrillo común y un 44% comparado con la utilización del ladrillo hueco. Actualmente no existe en el mercado local este tipo de ladrillo, por lo cual será factible la creación de una empresa, pionera en este tipo de emprendimiento, que pueda producir y comercializar este producto, cuyas características de calidad y bajo costo les permita entrar a competir con los productos tradicionales.

Palabras clave: ceniza de cáscara de arroz, ladrillo ecológico, calidad de ladrillo.

Abstract

Based on the results obtained during the execution of this project, the viability from the economic and quality point of view in the production of modular ecological bricks was demonstrated using rice husk ash (CCA) as partial or total cement replacement, achieving

including resistance values higher than conventional bricks. In addition, it was found that the two-stage mixing process further improves the mechanical strength of this type of concrete. From the ecological point of view, the production of modular ecological bricks does not use any type of fuel to obtain its ideal characteristics, which contributes to the environment, as opposed to the production of the traditional bricks used large quantities of clay and wood for its elaboration. From the point of view of industrial waste reuse, the objective of the project contributes to inserting the rice husk ash generated in the textile plant located in the city of Pilar, in the production of modular ecological bricks, whose properties meet the requirements for inclusion within of the process of making the bricks. Rice husk ash is discarded by the textile plant at an average of 40 m³ per day. With the results of costs obtained and the analysis in the use of different types of bricks, it is concluded that, with the use of modular ecological bricks, a 53% saving is obtained with respect to the use of common brick and 44% compared to the use of hollow brick. Currently, this type of brick does not exist in the local market, so it will be feasible to create a company, a pioneer in this type of enterprise, that can produce and market this product, whose quality and low-cost characteristics allow them to enter to compete with traditional products.

Keywords: rice husk ash, ecological brick, brick quality.

INTRODUCCIÓN

Planeamiento del problema

“Todos los habitantes, todas las familias, tiene derecho a una solución habitacional, que le permita no solo protegerse del medio ambiente, sino también desarrollar una serie de actividades cotidianas que son indispensables para la reproducción y bienestar social.

La vivienda presenta por tanto un valor de uso y un satisfactor básico, que debe además de ser de una calidad adecuada, sin embargo, cuando la vivienda cumple este último requisito tiene un alto costo y evidentemente son los sectores de menores ingresos de la sociedad, los que no logran obtenerla con sus propios recursos en un corto o mediano plazo, por lo tanto, requieren un apoyo externo importante, constituyéndose en la población objetivo de la política habitacional.

El proporcionar este apoyo extraordinario y permitir que aquellos que carecen de ingresos suficientes tengan acceso a una solución es el significado social de la política habitacional y debe ser el propósito general de esta” (Villavicencia, 1995)

Se está dando un crecimiento poblacional acelerado en la ciudad de Pilar, reflejo de ello son los barrios periféricos en las que se pueden percibir un constante aumento de viviendas. Al observar estos lugares se puede notar la precariedad en las construcciones, reflejo de la falta de recursos económicos de estas familias.

Si bien el deseo de conformar una unidad familiar lleva a los involucrados a establecerse en forma precaria, está claro que los recursos económicos es el problema

fundamental que ha impedido a la población tener una vivienda digna que le permita una mejor calidad de vida.

OBJETIVO GENERAL

- Fabricar ladrillos ecológicos modulares que constituyan una alternativa estructural y económicamente viable en la construcción de viviendas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las diferentes proporciones de la materia prima para la fabricación de ladrillos ecológicos modulares.
- Conocer los parámetros aceptables de seguridad estructural en el uso de los ladrillos ecológicos modulares en las paredes de las viviendas.
- Analizar los costos entre las alternativas de mercado en la ciudad de Pilar.
- Identificar las ventajas que ofrece el proyecto de investigación.

Ladrillos ecológicos

Los ladrillos ecológicos son ladrillos construidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con este, frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inocua.

Los ladrillos ecológicos tienen cualidades similares a los tradicionalmente utilizados para la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad que los tradicionales (<http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos>).

Definiremos los ladrillos ecológicos como aquellos cuya fabricación no supone un impacto ambiental tan grande como el de los convencionales. Tanto el tipo de materiales empleados como su proceso de fabricación y funcionalidad pueden determinar que los sean.

Utilizados dentro de un plan arquitectónico pueden ofrecernos las mismas cualidades estética y ventajas en cuanto a confort y seguridad (<http://www.ecologiaverde.com/ladrillos-ecologicos-tipos-ventajas/>).

Los ladrillos ecológicos, también conocido como el ladrillo modular, están hecho de una mezcla de cemento, suelo, ceniza de cascara de arroz y agua, que luego de ser prensado, manual o mecánicamente. El resultado de esta compresión es que las partículas de los materiales quedan firmemente adheridas reduciendo el espacio intergranular debido al aumento de la superficie relativa del contacto grano-cemento. De este modo el cemento empleado adquiere mayor eficiencia aún en proporciones mínimas. Como resultado se obtiene un ladrillo de mayor densidad, altamente compacto, con excelentes propiedades resistentes a presiones mecánicas, que superan las del ladrillo cocido convencional. No requiere de cocido con combustibles fósiles, por lo que no contamina durante el proceso con algún tipo de emisión. Por ser producido en molde (matriz) los acabados son tersos y sus medidas constantes en el tiempo.

El beneficio principal a corto plazo es que el costo de cada ladrillo significa entre un tercio y un cuarto del precio del ladrillo convencional. Es posible elaborarlo en la obra, evitando así costos adicionales de flete

(<http://ladrillosecomodulares.com/paginas/faq/ladrilloseco.html>)

Las materias primas utilizadas en la fabricación de los ladrillos ecológicos modulares son: el cemento portland, arena lavada, agua y cenizas de cáscara de arroz.

Cemento Portland

El cemento Portland es un conglomerante hidráulico que al ser hidratado se solidifica y endurece. Se obtiene mediante un proceso industrial, pulverizando a un grado de finura determinado una mezcla fina de arcilla y materiales calcáreos, previamente sometida a cocción, que se denomina *clinker Pórtland*, al cual se le adiciona sulfato de calcio como anhidrita (CaSO_4), yeso ($\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$) o hemihidrato ($\text{CaSO}_4 - \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$), para regular el tiempo de fraguado. Según las propiedades que se requieran o para auxiliar la molienda, además se le pueden incorporar otros materiales. (Puzolanas, escoria granulada de alto horno, humo de sílice, caliza) (CMT características de los materiales n-cmt-2-02-001-02 cementos.pdf)

Todas las fases del cemento que hidratan pueden, potencialmente, contribuir al desarrollo de resistencias (Lección. Propiedades Cementos.pdf).

Arena

La obtenida en la zona es ideal para producir ladrillos modulares vibro-compactados, debido a su amplia granulometría. Tiene un costo accesible y relativamente económico debido a la gran oferta (72003 cemento como material de construcción.pdf)

Cenizas de cáscara de arroz (CCA)

Existen subproductos industriales, que son potencialmente utilizables como materiales de adición en la fabricación de cementos, entre ellos están: las cenizas de la combustión de carbón, la sílice volatilizada (humo de sílice) y las cenizas de cascarilla de arroz

(<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion10.CEMENTOS.MaterialesAdicion.pdf>)

La cascarilla de arroz es un subproducto agroindustrial utilizado como combustible debido a su elevado poder calorífico. Por efecto de la calcinación, el material elimina dos de sus componentes principales, celulosa y lignina, obteniéndose finalmente una ceniza compuesta por sílice amorfa con un alto grado de pureza. Este compuesto actúa como producto puzolánico de alto rendimiento y su contenido de sílice depende de las condiciones de calcinación.

La cascarilla de arroz es el principal residuo que se obtiene de la producción de arroz. Debido a la baja degradabilidad natural que se origina por la alta presencia de sílice en su estructura, este residuo puede acumularse en el ambiente dando origen a graves problemas medioambientales

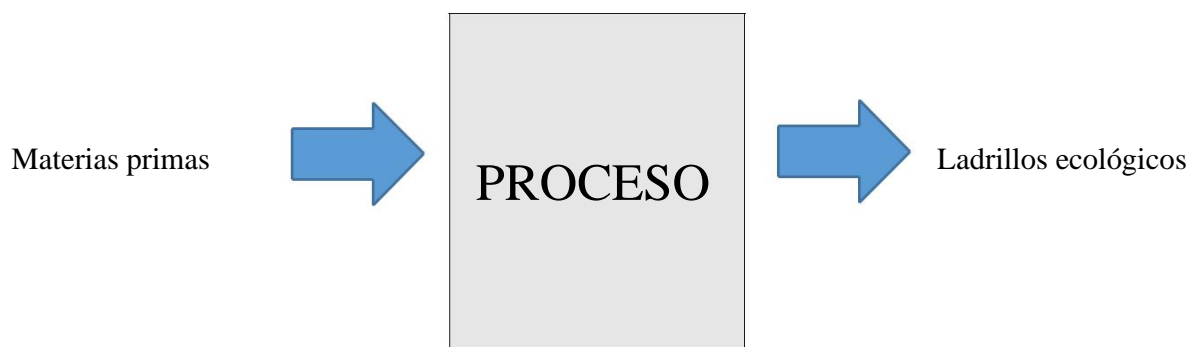
Durante la operación de descascarillado del arroz se produce un material de baja densidad global y que, por tanto, representa un grave problema para su vertido o almacenamiento. Cada tonelada de arroz virgen produce 200 Kg. de cascarilla, que después de su combustión produce aproximadamente 40 Kg. de cenizas. Estas cenizas contienen sílice en forma celular y no cristalina, es por consiguiente un producto altamente puzolánico. En la Tabla 1 se compara la composición química entre el cemento y la cascarilla de arroz.

Cal hidratada

La cal hidráulica natural empleada se clasifica según la norma UNE-EN 459-1, 2, 3 como NHL·5. También conocida vulgarmente como “cal sucia”, debe esta denominación a que se utiliza en la fabricación de la misma, un 20% de arcilla como materia prima. Como consecuencia de la calcinación de la arcilla se forman, entre otros, SiO₂ y Al₂O₃ los cuales le confieren a la cal la capacidad de fraguar en contacto con el agua lo que la convierte en un aditivo con capacidad cementante y un poderoso conglomerante hidráulico.

La cal hidráulica se emplea principalmente en morteros, pinturas, estucos, etcétera. Posee un alto contenido en calcio y posee interesantes propiedades puzolánicas con lo que resulta muy adecuada para su uso en la estabilización de suelos de naturaleza arcillosa.

Fabricación de ladrillos ecológicos



Proceso de producción

Luego de un control a la materia prima y definir el tipo de producto a fabricar se pone en marcha la mezcladora y se empieza a cargar primeramente los aglomerantes, luego la arena y se mezcla en seco, luego se añade agua en forma de lluvia logrando una humedad uniforme en la mezcla. Se mantiene funcionando la mezcladora por 10 minutos aproximadamente de manera a asegurar la mejor homogeneización de los productos intervinientes.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los ladrillos ecológicos modulares es la uniformidad en sus dimensiones, en especial su altura, también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

Será necesario controlar durante la producción: la dosificación de la mezcla, la cual se recomienda sea en lo posible en peso, pero pudiéndose dosificar en volumen; además se debe controlar el tiempo de mezclado, los procesos de desmolde y curado de las unidades.

Mezclado

Los materiales empleados por cada corridas son los siguientes:

- 0,042 m³ de arena lavada
- 0,00025 m³ de cemento tipo II
- 0,007 m³ de cal
- 0,0007 m³ de agua
- 0,042 m³ de cenizas de cáscara de arroz (CCA)
- 250 ml aditivo

Se pone en marcha la mezcladora eléctrica y se empieza a cargar con: 1 una parte de agua mezclado con el aditivo, una parte de cemento, 1 parte de cal y se va agregando la arena hasta completar 5 partes. Luego se completa con el resto de cemento. Se destaca que el cemento y las cenizas de cáscara de arroz son mezclados previamente. Se mantiene funcionando la mezcladora por 10 minutos de manera a asegurar la mejor homogeneización de los productos intervinientes (Fig. 1).

Fig. 1. Equipo mezclador utilizado



Se vuelca la mezcla en un lugar despejado (preferentemente piso cementado y limpio).

Prensado

Se pone en marcha y se empieza a cargar con mezcla la matriz. Por medio de este proceso se produce la compactación de la mezcla extrayendo durante el proceso todas bolsas de aire que pudiera contener. La granulometría juega un papel muy importante en la impermeabilidad. Con una dosificación adecuada de la mezcla, se obtiene un concreto altamente impermeable y resistente.

Fraguado/ Secado

El ladrillo producto del prensado es colocado en un lugar húmedo, donde permanecerá por el tiempo de tres días. Este tiempo podría variar de acuerdo al tipo de dosificación utilizado (Fig. 2.)

Fig.2. Ladrillo en proceso de fraguado



Almacenado

Trascurrido los tres días ya puede ser manipulado para su estacionamiento, donde el tiempo recomendado mínimo es de 28 días para alcanzar sus características óptimas. Terminado el proceso de curado 28 días, a los ladrillos ecológicos elaborados se realizarán los análisis de resistencia a compresión para determinar la calidad de los mismos. Para dicho análisis se tendrá de referencia las Normas establecidas por la INTN, (Instituto Nacional de

Tecnología, Normalización y Metrología), donde se establece el procedimiento de los ladrillos ecológicos, estructurales y no estructural, y permitirá evaluar la calidad del producto elaborado.

Características generales del ladrillo

Dimensiones

La fabricación usualmente comprende una gama de ladrillos manteniendo su altura y largo constantes. Altura: 6.5 cm, ancho: 12.5 cm y largo: 25 cm.

Los ladrillos a su vez presentan dos alvéolos de 8 cm diámetro cada uno, los mismos que se corresponden verticalmente en las mamposterías, de hilada en hilada, lo que da lugar a la formación de ductos que se usan con distintas finalidades (Fig.3).

Fig. 3. Ladrillo ecológico

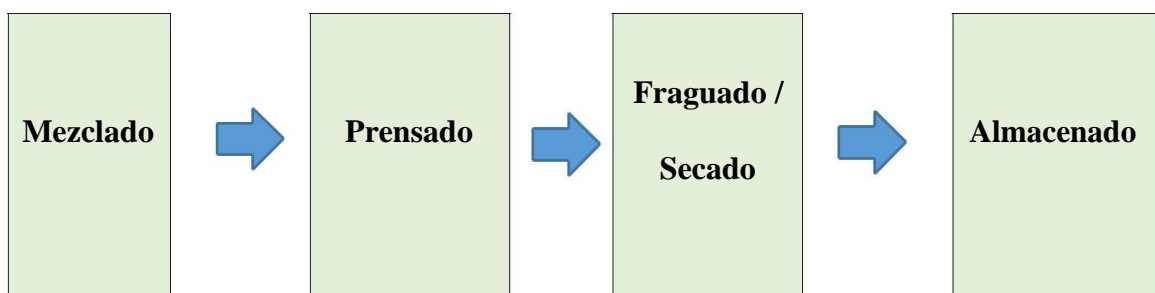


Ventajas de los Ladrillos Ecológicos Modulares

- 1) Disminución del tiempo de construcción en un 40% con relación a la albañilería convencional, debido al diseño de encajamiento modular que tienen los ladrillos.
- 2) Economía en el costo final hasta de un 48% en las paredes de ladrillos ecológicos en relación con los ladrillos o bloques de arcilla cocido.
- 3) Estructura - Las columnas son embutidas en los huecos de los ladrillos, distribuyendo mejor la carga de peso sobre las paredes. Crea una estructura mucho más segura.
- 4) Economía de 100% en el uso de madera para la hechura de pilares o columnas y vigas. (Encofrados)
- 5) Economía de hasta 40% en la mezcla para el asentamiento.
- 6) Los Ladrillos ecológicos son curados con agua y sombra, diferente de los ladrillos convencionales que dependen de la quema de leña en hornos, contribuyendo a la deforestación.

- 7) Mayor durabilidad que el ladrillo común, pues llega a ser hasta 6 veces más resistente.
- 8) Alivia el peso sobre la fundación, evitando gastos innecesarios con estacas más profundas o zapatas más grandes.
- 9) Fácil acabado. Si se prefiere no requiere revoque, economizando más aún. Los ladrillos ecológicos ya tienen un lindo acabado, semejante a los ladrillos decorativos, necesitando el uso de apenas un impermeabilizante a base de silicón o acrílico.
- 10) Obra más limpia y sin desechos.
- 11) Acústica. Como el ladrillo ecológico posee dos huecos, las paredes forman un aislamiento acústico, disminuyendo los ruidos provenientes de la calle que van hacia el interior de la casa.
- 12) Aislamiento térmico. Los huecos de los ladrillos son importantes, pues forman cámaras térmicas evitando con eso que el calor externo penetre en el interior de la residencia.
- 13) Aislamiento térmico. Con el frío acontece lo contrario, pues la temperatura de la casa se torna más caliente que la externa. Temperatura siempre agradable en los días fríos.
- 14) Protección de la humedad. Los agujeros también propician la evaporación del aire, evitando con eso la formación de humedad en las paredes y en el interior de la construcción, lo cual causa daños a la salud o materiales.
- 15) Instalaciones Hidráulicas - Todas las tuberías son embutidas en los agujeros evitando la rotura de paredes, necesaria en la albañilería convencional.
- 16) Instalaciones Eléctricas. Así como las instalaciones hidráulicas, las instalaciones eléctricas también son embutidas en los agujeros, dejando así de un lado tubos conductores de cable y los cajetines de luz, pudiendo así los interruptores y tomacorrientes ser fijados directamente sobre los ladrillos.
- 17) No requiere de mano de obra especializada
(<http://ladrillosecomodulares.com/paginas/faq/ladrilloseco.html>)

Flujograma del proceso de producción



Proceso de fabricación. Para Martínez Cámara (1993) el proceso es el conjunto de fenómenos que le ocurren a la materia prima hasta configurar un producto acabado. Por tanto, el proceso está diseñado para realizar un producto o servicio global único, cuenta con un cliente externo o interno a la organización que es quien decepciona el producto o servicio dentro o fuera de las empresas. Por tanto, los procesos constan de Insumos o Inputs, o sea de medios y recursos, y de Outputs, resultados realizados según los estándares de calidad previstos para el proceso, junto a un sistema de control que evalúa el funcionamiento del proceso y el grado de satisfacción del cliente (López Toro y Nebro Mellado, 1998).

Dentro de esta variable, se tendrán en cuenta los siguientes indicadores: infraestructura, materia prima, capital, mercado.

Los procesos de producción están definidos por operaciones a seguir conforme a lo establecido en los pasos del proceso de producción.

Infraestructura: Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

Se cuenta con los equipos necesarios para los distintos procesos de elaboración: mezcladora, matrices, mesa vibro-compactadora, extrusora, baldes, palas, mangueras, cucharas de albañil, carretilla. El lugar es amplio y cuenta con áreas despejadas para el curado del ladrillo.

El área de trabajo cuenta con instalaciones eléctricas y sistema de protección adecuados para el uso de máquinas con motores eléctricos.

Materias Primas: Se denominan materias primas a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se transformarán en bienes de consumo. (<http://www.elmundo.com.ve/diccionario/materia-prima.aspx>).

Las materias primas que son utilizados en el proceso de elaboración son obtenidas con facilidad en nuestro medio, como ser, arena, cemento, cenizas de cáscara de arroz, etc.

Capital: Conjunto de bienes producidos que se utilizan para producir otros. Según la forma que adopta, el capital puede ser una suma de dinero invertida con la intención de aumentarla, un patrimonio de bienes y valores, o un conjunto de medios de producción. (<http://www.economia48.com/spa/d/capital/capital.htm>).

La financiación del trabajo investigativo fue solventada en su totalidad con capital propio.

Mercado: Para Patricio Bonta y Mario Farber, autores del libro "199 Preguntas Sobre Marketing y Publicidad", el mercado es "donde confluyen la oferta y la demanda. En un sentido menos amplio, el mercado es el conjunto de todos los compradores reales y potenciales de un producto". El producto elaborado podrá estar orientado al mercado interno, dada la demanda creciente en la ciudad de Pilar.

RESULTADOS

Las piezas sometidas a pruebas cuentan con 7 días de curado. Para la realización de este ensayo se fracturaron los bloques con prensa hidráulica manual de origen brasilero (Skay P30). Capacidad para 30 toneladas. Para los ensayos de resistencia a la compresión se colocó el bloque de ladrillo lo más centrada posible entre los dos platos de la máquina de compresión. Para los ensayos de resistencia a la tensión se necesitó anexarle a la máquina un par de placas metálicas, donde la carga se aplicó con el rodillo superior en forma anual, sin aceleraciones bruscas, de modo que la duración del ensayo estuvo comprendida entre los 30 y 90 segundos.

Los resultados de las pruebas de ensayo mostraron una resistencia a la compresión conforme el siguiente cuadro:

Prueba bloque 1 (ladrillo ecológico modular hueco – 7 días)	Prueba bloque 2 (ladrillo ecológico modular macizo – 7 días)	INTN
7,5 kg/cm ²	8,5 kg/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> ➤ CLASE A = ≥ 90 kg/cm² ➤ CLASE B = ≥ 70 kg/cm² ➤ CLASE C = ≥ 50 kg/cm²

Teniendo como referencia la Norma de la INTN que establece el rango de 35 – 50 kg/cm² para ladrillos no estructurales.

La prueba N° 1 tuvo como resultado 7,5 kg/cm², (a los 7 días de curado). Siguiendo el patrón de curado a los 28 días alcanzaría la resistencia establecida por la norma del INTN.

La prueba N° 2 tuvo como resultado 8,5 kg/cm². Siguiendo el patrón de curado a los 28 días alcanzaría la resistencia establecida por la norma del INTN

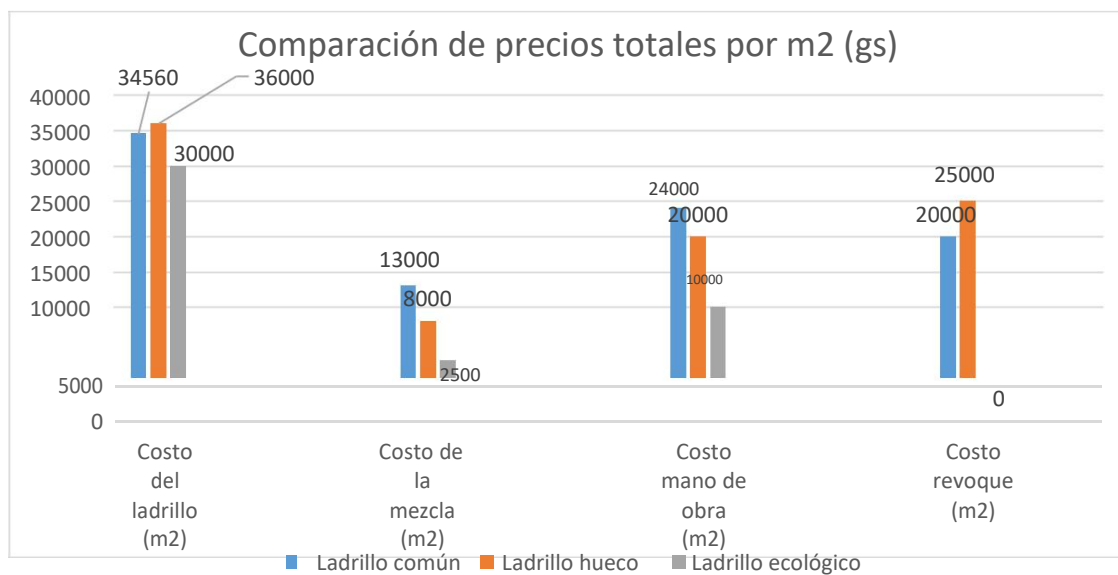
Se realiza la comparación de los costos de ladrillos (Tabla 1)

Tabla 1. Comparación de precios por m².

	Costo del ladrillo (m ²)	Costo de la mezcla (m ²)	Costo Mano de obra (m ²)	Costo Revoque (m ²)	Total

Ladrillo común	34.560 Gs	13.000Gs	24.000 Gs	20.000	91560 Gs
Ladrillo hueco	36.000 Gs	8.000Gs	20.000 Gs	25.000	89.000 Gs.
Ladrillo modular	30.000 Gs	2.500Gs	10.000 Gs	-----	42.500 Gs

Gráfico N° 1: Comparación de costos por m² (Gs)



Incluyendo los costos del tipo de ladrillo, la mezcla y la mano de obra utilizados, se puede observar que el precio final de la mampostería por metro cuadrado construido con ladrillo común alcanza 91560 Gs. Construido con ladrillo hueco alcanza 89000 Gs.; mientras que construido en la misma dimensión con ladrillos modulares totaliza 42500 Gs.

El ladrillo ecológico ofrece ventajas económicas comparado con los tipos de ladrillos existentes en el mercado. El costo del ladrillo ecológico con respecto al común representa el 45,8%. El costo del ladrillo ecológico con respecto al ladrillo hueco representa el 47,7%. Así mismo, si comparamos con el uso del ladrillo hueco (seis agujeros), el ladrillo ecológico representa un ahorro de 52,3%.; cuando se compara con el ladrillo común, el uso del ladrillo ecológico representa un ahorro del 54,2% por metro cuadrado en la construcción de mamposterías.

CONCLUSION

Con base a los resultados obtenidos durante la ejecución de este proyecto se demostró la viabilidad desde el punto de vista económico y de calidad en la producción de ladrillos ecológicos modulares empleando ceniza de cascarilla de arroz (CCA) como reemplazo parcial o total del cemento, logrando inclusive valores de resistencia superiores a los ladrillos convencionales. Además, se encontró que el proceso de mezclado en dos etapas mejora aún más la resistencia mecánica de este tipo de concretos.

Desde el punto de vista ecológico, la producción de los ladrillos ecológicos modulares no utiliza ningún tipo de combustible para la obtención de sus características ideales, con lo cual se logra contribuir con el medio ambiente, en contraposición con la producción de los ladrillos tradicionales que utiliza grandes cantidades de arcilla y madera para su elaboración.

Desde el punto de vista de reutilización de desechos industriales, el objetivo de la investigación contribuye a insertar la ceniza de cáscara de arroz generada en la planta textil Manufactura de Pilar S. A. en la producción de ladrillos ecológicos modulares, cuyas propiedades reúnen los requisitos para su inclusión dentro del proceso de elaboración de los ladrillos. La ceniza de cáscara de arroz es desechada por la mencionada planta textil en un promedio de 40 m³ diarios.

Con los resultados de costos obtenidos y del análisis en la utilización de diferentes tipos de ladrillos, se concluye que, con el uso de ladrillos ecológicos modulares se obtiene un 54,2% de ahorro con respecto al uso de ladrillo común y un 52,3% comparado con la utilización del ladrillo hueco.

Actualmente no existe en el mercado local este tipo de ladrillo, por lo cual será factible la creación de una empresa, pionera en este tipo de emprendimiento, que pueda producir y comercializar este producto, cuyas características de calidad y bajo costo les permita entrar a competir con los productos tradicionales.

Referencias Bibliográficas

- Bonta P., Farber, M. 2002. 199 Preguntas Sobre Marketing y Publicidad. Grupo Editorial Norma, Bogotá Colombia. 168 p.
- CMT CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES N-CMT-2-02-001-02 cementos.pdf
- Materias primas para hormigón. Leccion4.Tipos.CEMENTOS.pdf
- <http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos>

<http://www.ecologiaverde.com/ladrillos-ecologicos-tipos-ventajas/>

<http://ladrillosecomodulares.com/paginas/faq/ladrilloseco.html>

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion10.CEMENTOS.MaterialesAdicion.pdf>

http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/secretarias/cyt/files/jit2014/actas/MA_72_ALM_SFE.pdf

Materias primas para hormigón. Lección 6.PropiedadesCEMENTOS.pdf

Utilidad del cemento. 87012672003 cemento como material de construcción.pdf

Poliestireno expandido. Propiedades del EPS extraido de ficha73.pdf

Villavicencio B. J. 1995. Vivienda social y sectores de bajos ingresos de la ciudad de Méjico P.12