



ECO-TABIQUE. PRODUCTO ECOLÓGICO

G. López Murillo¹
E. Lugo Cornejo²
M. F. Ponce Guerra³
B. Narváez Godoy⁴

RESUMEN

La realización del proyecto ECO-TABIQUE pretende mejorar el área de construcción ofreciendo una alternativa innovadora en este ramo. Debido a problemas extremos de la excesiva contaminación; en la que participan la fabricación de materiales para la construcción, se trata de introducir este nuevo producto para la mitigación de la explotación de canteras, deterioro o destrucción de la fauna donde se llevan a cabo procesos de fabricación de materiales para la construcción. Además utilizamos como materia prima la cascarilla de arroz proveniente del cultivo de arroz, y con ello también se le está dando un uso a un desecho que comúnmente era utilizado como cama para pollos o como biocombustible, se mezcla con aditivos aglutinantes que potencializan las cualidades con las que cuenta la cascarilla, por lo que este producto además de innovador y amigable con el medio ambiente, también cuenta con características que lo hacen especial como lo es su ligereza, su baja conductividad térmica que disminuye los climas extremos, su impermeabilidad, su no inflamabilidad y su negativa producción de moho. Para poder llegar a la mezcla, se necesitó de varias pruebas experimentales, hasta llegar a la 11 llamada mezcla ideal. Se llevará al mercado, abriendo un nuevo rubro de material ecológico en la región, el producto es innovador y además de las cualidades que posee, también disminuirá el consumo de electricidad debido a que es aislante tanto de calor como de frío, por lo cual, evitará el gasto que se hace con el uso de aires acondicionados, ventiladores y calefacciones.

ABSTRACT

The realization of the ECO-TABIQUE project aims to improve the construction area offering an innovative alternative in this field. Due to extreme problems of excessive pollution; involved in the manufacture of building materials, it is introducing this new product to mitigate quarrying, damage or destruction of wildlife which are held manufacturing processes for construction materials. Also used as a raw material rice husk from the rice, and thus also is giving use to waste commonly was used as bedding for chickens or as biofuel is mixed with binders additives that strengthen the qualities which has the scale, so this product in addition to innovative and environmentally friendly, it also has features that make it special as it is light weight, low thermal conductivity which lowers extreme climates, its impermeability, its not flammability and negative mold production. To get to mix it took several experimental deprive up to the 11th called ideal mix. It will take the market by opening a new category of organic material in the region, the product is innovative and in addition to the qualities that also decrease electricity consumption because it is insulating both heat and cold so avoid the expenditure made with the use of air conditioners, fans and heaters.

¹ Alumna de Ing. Ambiental. Instituto tecnológico de Cd. Valles, gaby.lomu@hotmail.com

² Profesor de Ing. Industrial, Instituto Tecnológico de Cd. Valles, efrain.lugo@tecvalles.mx

³ Alumna de Ing. Industrial. Instituto Tecnológico de Cd. Valles, mariifer_ponce@hotmail.com

⁴ Alumna de Ing. Industrial. Instituto Tecnológico de Cd. Valles, chica_panda_0017@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Debido a los problemas de sobrepoblación, se necesitan cada vez más viviendas, esto para soportar la carga excesiva de personas habitantes, pues existen 2 585 518 habitantes en el estado de San Luis Potosí (Instituto Nacional De Estadística y Geografía. (2012). Anuario estadístico de San Luis Potosí. Aguascalientes: INEGI., s.f.), esta demanda tan grande de viviendas realza la contaminación que causan los materiales para construcción convencional como lo son los tabiques de arcilla, blocks, etc., además de que estos materiales no reducen el consumo de electricidad pues no cuentan con propiedades térmicas, también tienen una demanda muy grande, pues utilizan cemento, este proviene de una piedra llamada piedra caliza y no se puede cubrir en la región esta demanda; es por ello que ECO-TABIQUE trae consigo una propuesta alternativa, una propuesta de mejora y de solución, primeramente utiliza un material de desecho, esto quiere decir que se le encontró uso a este material, cuenta con características necesarias de la región como lo es su baja conductividad térmica, por lo cual, es aislante de calor y frío además de que reduce valores de energía, no altera los ecosistemas cercanos a su proceso pues es muy sencillo y no explota canteras, el producto tiene un fin positivo y se espera una buena aceptación del mercado potencial. Este producto está destinado al rediseño de interiores y construcción de viviendas.

VENTAJAS

- ✓ El proceso es sencillo, por lo cual se disminuiría la contaminación de los procesos actuales para la fabricación de materiales para la construcción.
- ✓ Ciudad Valles y la región de la huasteca potosina tienen temperaturas extremas, por lo cual es necesario mitigar las mismas, reducir costos de electricidad por el uso de aires acondicionados y múltiples ventiladores, es ahí donde ECO-TABIQUE piensa en la necesidad de beneficiar ayudando a mitigar las temperaturas que van desde los 8°C hasta por encima de los 32°C (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, s.f.) sin embargo, en épocas de calores extremos y humedad ha llegado a presentar temperaturas arriba de los 50°C.
- ✓ Cubre la necesidad de construcción.
- ✓ No deja entrar el agua, pues tiene la propiedad de ser impermeable.

METODOLOGÍA

Materiales utilizados

- Cascarilla de arroz
- Brea
- Parafina
- Resina con catalizador
- Ácido fólico

Hipótesis

Se espera que la mezcla de todos los aditivos y la materia prima tengan la textura idónea para prensar y que juntos formen las cualidades esperadas que hagan especial a este producto.

La brea y la parafina: potencializan la propiedad de la cascarilla de ser impermeable, ayudando a que no deje entrar la humedad.

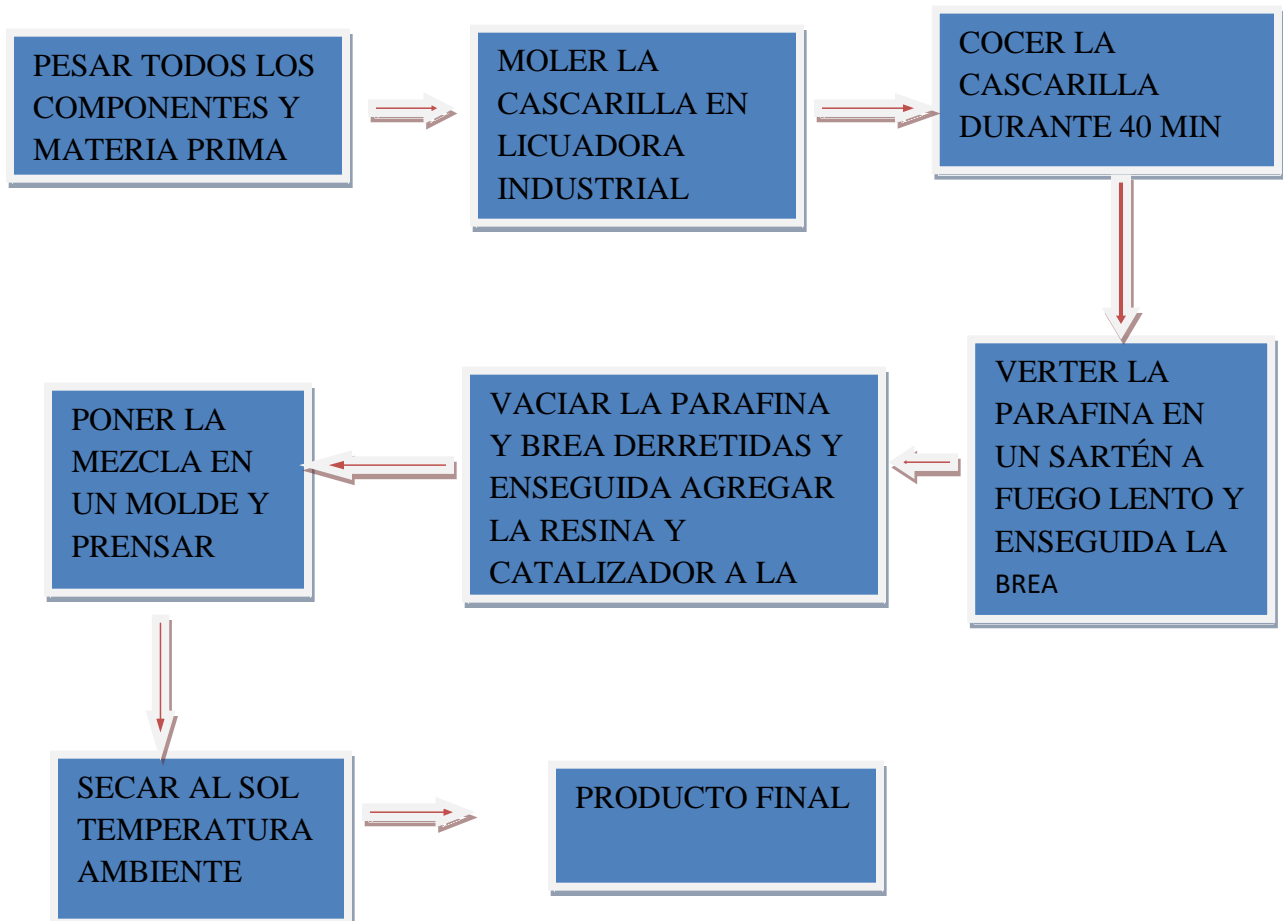
La resina con el catalizador: conjuntamente ayudan a la compactación de todos los componentes y el catalizador acelera este proceso de reacción.

El ácido fólico: este componente ayudará a no producir flamabilidad en el producto terminado además de que evitará la producción de moho.

Objetivos

- Elaborar el tabique prototipo que cumpla con las características térmicas deseadas.
- Concientizar a la sociedad que la bio-construcción es una alternativa viable y sostenible.
- Minimizar el gasto energético en el proceso de elaboración de los ladrillos: disminuyendo la energía utilizada de compactación.

PROCESO



Se realizaron 11 fases experimentales, algunos ejemplos de ellas son:

Fases experimentales

1. Prueba experimental 1.

Materiales:

- 100 gr. de Brea.
- 200 gr. de parafina.
- 1 Kg. de cascarilla.
- 600 ml de agua.
- 200 ml de resina.
- 150 gotas de catalizador.

Se puso a cocer la cascarilla de arroz con el agua por dos horas y catorce minutos, sin obtener el punto de ebullición del agua, debido a que la temperatura ambiente del lugar era de veintitrés grados Celsius, por lo que se concluyó que la transferencia de calor no era la deseada, y debido a las condiciones físicas de la cascarilla (resistente y duro) se hacía más difícil que se hiciera la cocción.

Aprendizaje del primer experimento: No se puede hacer la cocción de la cascarilla debido a sus condiciones físicas, a una temperatura ambiente menor a los veintitrés grados Celsius.

Prueba experimental 1: DESCARTADA.

2. Prueba experimental 3:

Materiales:

- 50 gr. de Brea.
- 100 gr. de parafina.
- 500 gr. de cascarilla.
- 300 ml de agua.
- 100 ml de resina.

- 75 gotas de catalizador.

En este paso se optó por no moler la cascarilla de arroz, pues si la mezcla al final del proceso tenía el mismo comportamiento que la molida (prueba experimental dos), no era necesario acrecentar nuestros costos en tiempo, al moler la cascarilla y además de los costos del equipo necesario para poder molerla.

Se hizo el mismo proceso que en el paso anterior en cuanto a cocción y a la mezcla, la única diferencia era que la cascarilla estaba completa. Los tiempos se redujeron considerablemente, la cocción de cascarilla estuvo lista en veinticinco minutos y el tiempo de ciclo fue menor debido a que no se molió la materia prima. En esta mezcla se hicieron dos “quesos” pequeños para compararlos con los hechos anteriormente y así ver cual tenía mejores características.

Al exponer las muestras al sol y verificar los resultados, estos fueron diferentes al segundo, pues parecía que se había hecho con aglomerado de madera y se encontraba más duro que el segundo.

3. Prueba experimental 5:

Materiales:

- 100 gr. de Brea.
- 200 gr. de parafina.
- 1 Kg. de cascarilla.
- 600 ml de agua.
- 200 ml de resina.
- 150 gotas de catalizador.

Para la esta prueba experimental se utilizó la cascarilla de arroz entera, se realizó el mismo proceso en cuanto a cocción y a la mezcla. El tiempo de la cocción de cascarilla fue de veinte minutos. Para ésta prueba se elaboraron probetas, las cuales nos serán de ayuda para compararlos con los hechos anteriormente, y así poder comparar y determinar cual tenía los resultados deseados. El prensado se realizó de forma manual aplicando una fuerza menor. Para esta prueba no se utilizó el horno. Al exhibir las probetas al sol, obtuvimos como resultado que la cascarilla entera no se compactó completamente, quedando porosa y blanda.

4. Prueba experimental 6:

Materiales:

- 12.5 gr. de Brea.
- 25 gr. de parafina.
- 75 gr. de cascarilla molida.
- 75 ml de agua.
- 40 ml de resina.
- 15 gotas de catalizador.

Para esta prueba se eligió utilizar la cascarilla de arroz molida, no se aplicó el proceso de cocción a la cascarilla solo se calentó 5 minutos, agregándole los ingredientes restantes siguiendo el protocolo del proceso de elaboración. Para esta prueba se utilizó una prensa mecánica-hidráulica. No se utilizó el horno. Al exponer las probetas al sol por 5 horas, se obtuvieron como resultado muestras uniformes, pero a la vez blandas.

5. Prueba experimental 8:

Materiales:

- Cascarilla de arroz 125 gr.
- Brea 12.5 gr.
- Resina 50 ml.
- Parafina 25 gr.
- Catalizador 18 gotas.

Experimento con cascarilla cocida. Este experimento se hizo de manera exacta a los demás, todo transcurría normalmente, a la expectativa de ver algún detalle anormal, al tener la cocción de brea y parafina, la olla empezó a desprender lumbre de manera importante, por lo que al poder sofocarlo se pensó en qué pasaba, ya que era la segunda vez que esto ocurría, al pensar y analizar detenidamente los pasos hasta llegar a la combustión se llegó a la conclusión de que habían quedado residuos de resina en el utensilio de madera que utilizamos, por lo que al entrar en contacto con lo ardiente de la mezcla de brea y resina, esta fue la causa del siniestro.

El experimento queda descartado pues los materiales se “quemaron” por lo que agregarle más resina o algún otro aditivo, alteraría el proceso, por lo que había de empezar todo de nuevo.

6. Prueba experimental 10:

Materiales:

- Cascarilla de arroz 125 gr.
- Brea 25 gr.
- Resina 100 ml.
- Parafina 50 gr.
- Catalizador 32 gotas.

Experimento con cascarilla cocida. La cascarilla se molió, pues es como mejor resultado nos ha dado, se calentó el agua para después verter la cascarilla molida, pues al igual, nos dio buenos resultados, se optaron por utilizar las mismas cantidades del proceso 9 pues el único defecto que encontramos fue que la cascarilla no era molida, al terminar el proceso con los tiempos detallados y los procesos debidamente corregidos y analizados, se obtuvo lo que hasta ahora es la mejor probeta que hemos realizado.

Los resultados fueron favorables, aunque no se cree que sea aun la mezcla perfecta, pues lo que buscamos que tenga similitud a la prueba 4 y a esta prueba realizada.

7. Prueba experimental 11:

Materiales:

- Cascarilla de arroz 312.5 gr.
- Brea 74 gr.
- Resina 300 ml.
- Parafina 125 gr.
- Catalizador 96 gotas.

Experimento con cascarilla cocida y molida. Al analizar detalladamente las 10 fases anteriores y revisar todo el proceso, se decidió sería la última prueba.

La cascarilla se molió, pues es como mejor resultado se ha dado, se calentó el agua para después verter la cascarilla molida, pues al igual, dio buenos resultados, se optaron por utilizar las mismas cantidades del proceso 10 (pero al doble) pues de los pocos defectos que se presentaron fue que la cascarilla no era molida y que al comprimirse no se pegó por completo y las muestras quedaron muy porosas; al terminar el proceso con los tiempos detallados y los procesos debidamente corregidos y analizados se obtuvo lo que hasta ahora es la prueba más aproximada a los objetivos establecidos.

RESULTADOS

Se realizaron pruebas para llegar a los siguientes indicadores:

INDICADOR	FORMA DE MEDIRLO	POLARIDAD	LINEA BASE	META
Porcentaje de eficiencia del proceso con respecto a la competencia (en tiempo-min.).	$1 - \frac{420}{425} * 100 = 1.17\%$	Mayor es mejor.	425 min.	Mayor que 0%.

INDICADOR	FORMA DE MEDIRLO
Ecuación de Fourier Determinación de transferencia de calor por conducción. Tabique Cascarilla de Arroz	$Q = \frac{KA}{d} (T^{\circ}int - T^{\circ}ext)$ $Q = \frac{(0.13 \frac{W}{m^{\circ}k})(0.7865m^2)}{0.044m^2} ([61.27^{\circ}C + 273.15^{\circ}k] - [32.75^{\circ}C + 273.15^{\circ}k]) = 66.2733W$
Ecuación de Fourier Determinación de transferencia de calor por conducción. Tabique Arcilla	$Q = \frac{(0.80 \frac{W}{m^{\circ}k})(0.7865m^2)}{0.044m^2} ([60.33^{\circ}C + 273.15^{\circ}k] - [41.33^{\circ}C + 273.15^{\circ}k])$ $= 271.7W$

INDICADOR	FORMA DE MEDIRLO	POLARIDAD	LÍNEA BASE	META
Porcentaje de temperatura mitigada.	Temperatura que entra – Temperatura que sale = Temperatura mitigada. [61.27°C – 32.75°C] = 28.52°C	Mayor es mejor.	31.49%	Temperatura elevada: Disminuirla por lo menos en un 5%.
Tabique	$\left[\frac{\text{Temperatura mitigada}}{\text{Temperatura que entra}} \right] * 100$ = Porcentaje de temperatura mitigada $\left[\frac{28.52^\circ\text{C}}{61.27^\circ\text{C}} \right] * 100 = 46.54\%$			Temperatura abatida: Aumentarla por lo menos en un 5%.
Porcentaje de temperatura mitigada.	Temperatura que entra – Temperatura que sale = Temperatura mitigada. [60.33°C – 41.33°C] = 19°C			
Tabique de arcilla	$\left[\frac{\text{Temperatura mitigada}}{\text{Temperatura que entra}} \right] * 100 = \text{Porcentaje de temperatura mitigada}$ $\left[\frac{19^\circ\text{C}}{60.33^\circ\text{C}} \right] * 100 = 31.49\%$			

INDICADOR	FORMA DE MEDIRLO	POLARIDAD	LÍNEA BASE	META
Resistencia a la compresión.	$\frac{60.4451 \text{ kg } f}{28.60 \text{ cm}^2} = 2.113 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ Por 8 veces el prototipo = 16.904 kg/cm ² .	Mayor mejor.	es 35 kg/cm ² .	Mayor o igual a 10 kg/cm ² .

f_p^* = Resistencia de diseño a compresión de las piezas, referida al área bruta.

\bar{f}_p = Media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta.

C_p = Coeficiente de variación de la resistencia a compresión de piezas.

Los indicadores ayudan a medir el grado de cumplimiento de nuestros objetivos, es decir son los resultados después de someter a pruebas el producto.

Como se muestra en las tablas anteriores, todas marcan un resultado favorable con respecto de la competencia, solo en resistencia a la compresión se tiene un valor más bajo, sin embargo, aun así, se cumple lo estipulado en una norma llamada Nmx-C-441-ONNCCE-2005 la cual pide un minimo para construccion de viviendas de 10 kg/cm², y según los

datos obtenidos, se tiene un 16.904 kg/cm², por lo cual somos aptos para la construcción.

CONCLUSIONES

La realización de este proyecto tiene un fin, que se espera sea utilizado, es una alternativa para la construcción y aunque es necesario hacerle algunos cambios como lo es:

- Resistencia a la compresión.
- Someterlo a más pruebas.
- Darle un mejor moldeado.

Se cree que es un buen proyecto, que es capaz de solucionar problemáticas como lo son:

- Disminuir el consumo de energía.
- Ser amigable con el medio, mediante un proceso sencillo.

Es por ello que se seguirán dando cambios en el producto con el fin de ingresarlo al mercado y ser competencia para materiales convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Cuéntame INEGI*. Obtenido de INEGI:
<http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp/territorio/clima.aspx?tema=me&e=24>

Instituto Nacional De Estadística y Geografía. (2012). *Anuario estadístico de San Luis Potosí*. Aguascalientes: INEGI.