

LADRILLO DURABRIC CON VIDRIO MOLIDO

Hernández González
Juliana Andrea¹
Hernández González
Tatiana Paola²

Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil. ¹ljandreafernandez@jdc.edu.co, ²tata_pao99@hotmail.com

Resumen

Se realizaron 3 ladrillos con las mismas características que los ladrillos Durabric, con dimensiones de 30 * 20 * 10 cm. Uno de estos ladrillos se fabricó con cemento, arena y agua; a los 2 ladrillos restantes se les modificó el porcentaje de agregado fino (arena) por vidrio molido. Este procedimiento con el objetivo de establecer el comportamiento mecánico de los ladrillos al ser sometidos a ensayo de flexión con una máquina universal.

Palabras clave: ladrillo, durabric, vidrio molido, ensayo de flexión.

Abstract

Three bricks were made with the same characteristics as the Durabric bricks with dimensions of 30*20*10 cm; one of these bricks was made with cement, sand and water, the remaining 2 bricks were modified the percentage of fine aggregate (sand) by crushed glass, this, with the objective of establishing the mechanical performance of the same when being failed, using a universal machine, to the test of flexion.

Keywords: brick, durabric, crushed glass, test of flexion.

1. INTRODUCCIÓN

El afán por la innovación en el ámbito de la construcción ha llevado a los ingenieros y expertos a buscar alternativas en cuanto al uso de los materiales convencionales, dado que la producción de estos aumentan paulatinamente los costos y el impacto social-ambiental (Robayo *et al.*, 2012). En respuesta a lo anterior, surge la necesidad de desarrollar un ladrillo que satisfaga los requerimientos de construcción y, al mismo tiempo, disminuya los problemas anteriormente descritos. En este contexto, Lafarge Holcim crea el ladrillo Durabric, el cual brinda reducción en costos e impacto ambiental (TYCLH, 2015).

Una de las formas de construcción más comunes es con el uso el ladrillo convencional, compuesto de arcilla cocida; este proceso es conocido por el alto nivel de contaminación que genera su producción. Por ello, surge la necesidad de fabricar un ladrillo no convencional, denominado Durabric, elaborado con la mezcla de tierra y cemento, materiales que fraguan de manera natural (TYCLH, 2015).

Con este tipo innovador de construcción, que involucra al ladrillo Durabric, se preservan 14 árboles por cada casa construida, ya que no se utiliza la madera como combustible en la fabricación. Al evitar el proceso de cocción, el ladrillo Durabric reduce las emisiones de gases de efecto invernadero hasta diez veces en comparación con los ladrillos cocidos tradicionales. En cuanto a costos, es un 20 % más económico que los ladrillos de arcilla cocida (Álvarez, 2016).

En consecuencia, y tras realizar la respectiva revisión de diferentes fuentes bibliográficas, se pretende incluir el uso del vidrio molido para modificar la mezcla, dado que se ha observado que este material aporta resistencia y durabilidad por sus propiedades (Sika Colombia, 2014). Por este motivo, se plantea evaluar la posibilidad de emplearlo como

material agregado en el ladrillo Durabric, reemplazando un porcentaje gradual de agregado fino (arena) por vidrio molido, con el fin de reducir costos de producción y mejorar sus propiedades mecánicas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se han desarrollado diferentes estudios para lograr un aprovechamiento de agregados no convencionales en la preparación de mezclas, debido a que la producción masiva de construcciones ha generado un sobreconsumo de agregados naturales, como la grava y arena (Poveda *et al.*, 2015). Estudios previos han analizado el efecto en mezclas de concreto de agregados como: fibras de polipropileno, viruta de acero, escoria de fundición, bagazo de caña, estopa de coco, vidrio molido y escombros. En ellos, se aprovechan materiales que antes eran desechados y, a su vez, se mejoran las propiedades de la mezcla.

Por otro lado, el vidrio, un material inorgánico, duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza y también puede ser producido por el ser humano (Pérez, 2023), ha comenzado a incluirse en la construcción, ya que este se compacta tanto como la arena y, como consecuencia, forma bases resistentes para la edificación de diversas estructuras o vías de alta duración. Asimismo, puede ofrecer acabado decorativo si se mezcla adecuadamente con el cemento (Dazne, 2011).

No se conocen antecedentes del uso de este material en ladrillos Durabric; sin embargo, existen datos de investigaciones realizadas con ladrillos convencionales o concretos reforzados con vidrio o fibra de vidrio, los cuales han arrojado resultados positivos en cuanto a resistencia a la compresión, tracción y flexión, reducción de costos, mayor estética y trabajabilidad, mayor resistencia al ataque alcalino, inhibición del movimiento de la humedad, disminución del agrietamiento,

mayor dureza ante la fractura, resistencia al impacto, mejora del comportamiento del módulo elástico, buena compactación, alta durabilidad, capacidad de filtrar contaminantes sólidos, reducción del peso de la mezcla y menor impacto ambiental al reducir la necesidad de tala de árboles (Barnes, 2017; SRICBD, 2016; Osorio, 2017).

Se trituró el vidrio con ayuda de un riel sobre una superficie dura y plana, cuya resistencia es mayor a la del vidrio, hasta alcanzar el tamaño de grano equivalente al de la arena (ver Figura 1).



Figura 1. Trituración de vidrio

Se encontró la misma granulometría entre la arena y el vidrio molido mediante el tamizaje de ambos materiales, ya que esto afecta a la resistencia del espécimen a elaborar, debido al tamaño del agregado, como se muestra en las Tablas 1 y 2. Se utilizó desde el tamiz número 4, con una abertura de 4.75 mm (este tamiz es el que separa las arenas finas de gruesas), hasta el tamiz número 100, con una abertura de 0.15 mm (ver Figura 2). Con estos valores se realizaron las curvas granulométricas correspondientes (ver Figuras 3 y 4).



Figura 2. Proceso de tamizaje.

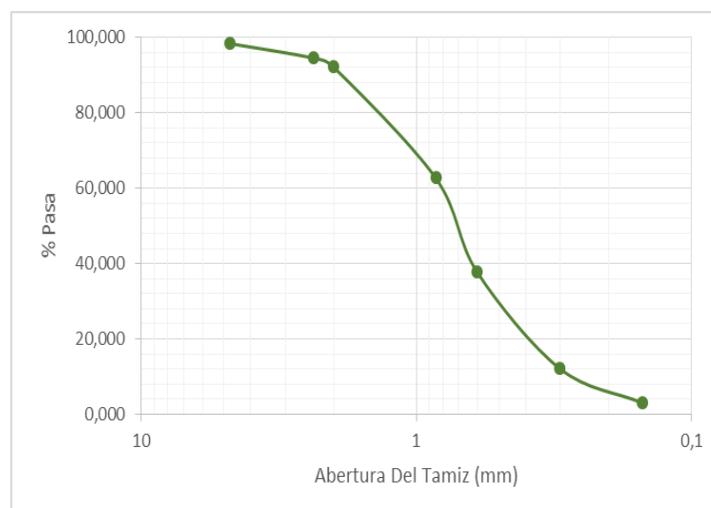


Figura 3. Curva granulométrica de la arena.

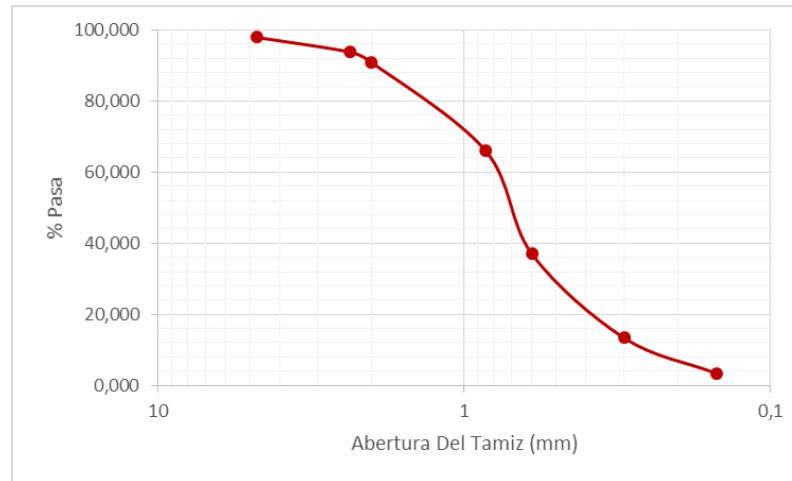


Figura 4. Curva granulométrica del vidrio molido.

Se elaboraron tres ladrillos cúbicos con dimensiones de 30 cm de ancho, 20 cm de largo y 10 cm de alto (ver Figura 5).

Se fabricó un ladrillo Durabric compuesto por agua, cemento y arena, con los siguientes porcentajes:

- 15,52 % Agua: 1,5993 kg / 1.638 ml
- 63,7 % Arena: 6,56 kg
- 20,78 % Cemento: 2,1402 kg



Figura 5. Ladrillos elaborados.

Se fabricó un ladrillo con una mezcla modificada, reemplazando aproximadamente la mitad del agregado fino (arena) por vidrio molido, con los siguientes porcentajes:

- 15,97 % Agua: 1,5993 kg / 1.638 ml
- 32,75 % Arena: 3,28 kg
- 21,38 % Cemento: 2,1402 kg
- 29,9 % Vidrio: 2,993 kg

Se fabricó un ladrillo con una mezcla modificada, reemplazando aproximadamente una cuarta parte del agregado fino (arena) por vidrio molido, con los siguientes porcentajes:

- 15,75 % Agua: 1,5993 kg / 1.638 ml
- 48,44 % Arena: 4,92 kg
- 21,07 % Cemento: 2,1402 kg
- 14,74 % Vidrio: 1,4965 kg

Tras 24 horas de haber sido fundidos, se desencofraron y posteriormente continuaron con el proceso de fraguado, el cual duró 28 días (ICONTEC, 2010). Al finalizar el tiempo, se sometieron a una prueba de flexión los tres ladrillos utilizando una máquina universal, la cual determinó las deformaciones, fuerzas y esfuerzos que soportaron los especímenes.

Para este ensayo, los especímenes se colocaron en la máquina universal, con una distancia de 25 mm desde la orilla de la base en los laterales. Luego se aplicó una carga uniforme en el centro del bloque hasta lograr su falla o ruptura, como se muestra la figura 6 (INVIAS, 2007).



Figura 6. *Ensayo a flexión*

3. RESULTADOS

De los ensayos a flexión realizados, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Ladrillo Durabric convencional

La tabla 3 muestra los datos obtenidos para el Durabric convencional.

ESFUERZO MÁXIMO	5263,53 kPa
ESFUERZO DE FRACTURA	5064,53 kPa
FUERZA	21,0541 kN
DEFORMACIÓN	1,62488 mm

Tabla 3. *Datos obtenidos para el ladrillo convencional*

2. Ladrillo Durabric modificado con 25 % de vidrio molido como agregado fino

La tabla 4 muestra los datos obtenidos para el ladrillo Durabric modificado con 25 % de vidrio molido.

ESFUERZO MÁXIMO	6640,12 kPa
ESFUERZO DE FRACTURA	6569,95 kPa
FUERZA	26,5605 kN
DEFORMACIÓN	2,68825 mm

Tabla 4. *Datos obtenidos para el ladrillo modificado con 25 % de vidrio molido*

3. Ladrillo Durabric modificado con 50 % de vidrio molido como agregado fino

La tabla 5 muestra los datos obtenidos para el ladrillo Durabric modificado con 50 % de vidrio molido.

ESFUERZO MÁXIMO	5586,78 kPa
ESFUERZO DE FRACTURA	5502,98 kPa
FUERZA	22,3471 kN
DEFORMACIÓN	2,79975 mm

Tabla 5. *Datos obtenidos para el ladrillo modificado con 50 % de vidrio molido*

4. DISCUSIÓN

La figura 7 muestra la curva esfuerzo-deformación del ladrillo Durabric convencional, donde se observa que la deformación máxima vertical es menor a 2 milímetros y su fuerza máxima es aproximadamente de 21 kN.

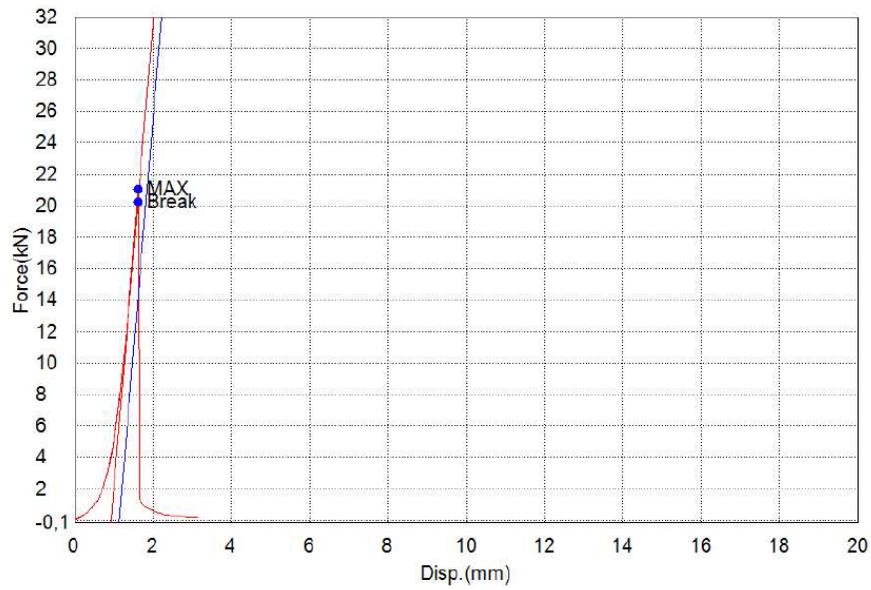


Figura 7. Curva esfuerzo-deformación del ladrillo Durabrick convencional.

La figura 8 muestra la curva esfuerzo-deformación del ladrillo Durabrick modificado con 25 % de vidrio molido, donde se observa que la deformación máxima vertical es menor a 2,5 milímetros aproximadamente y su fuerza máxima es aproximadamente de 26 kN.

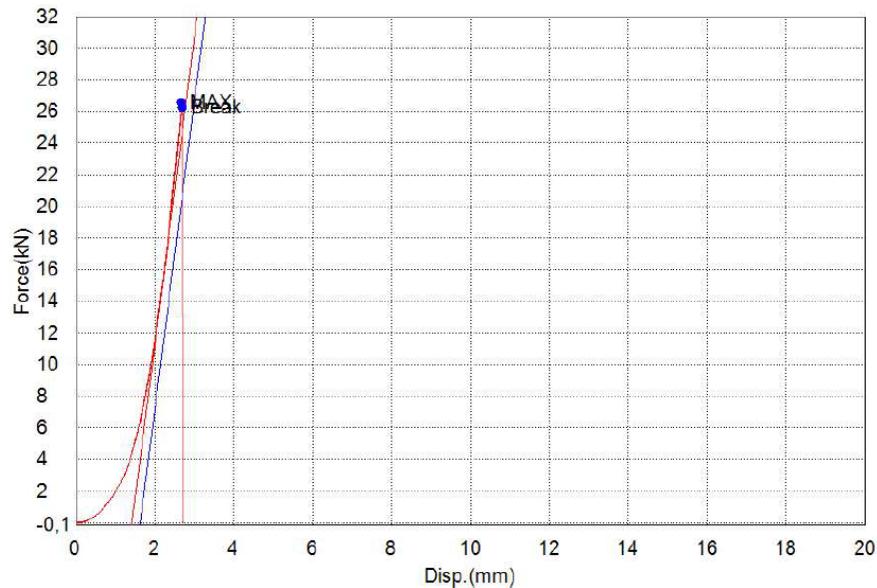


Figura 8. Curva esfuerzo-deformación del ladrillo modificado con 25 % de vidrio molido.

La Figura 9 muestra la curva esfuerzo-deformación del ladrillo Durabrick modificado con 50 % de vidrio molido, donde se observa que la deformación máxima vertical es de aproximadamente 2,5 milímetros y su fuerza máxima es de alrededor de 22 kN.

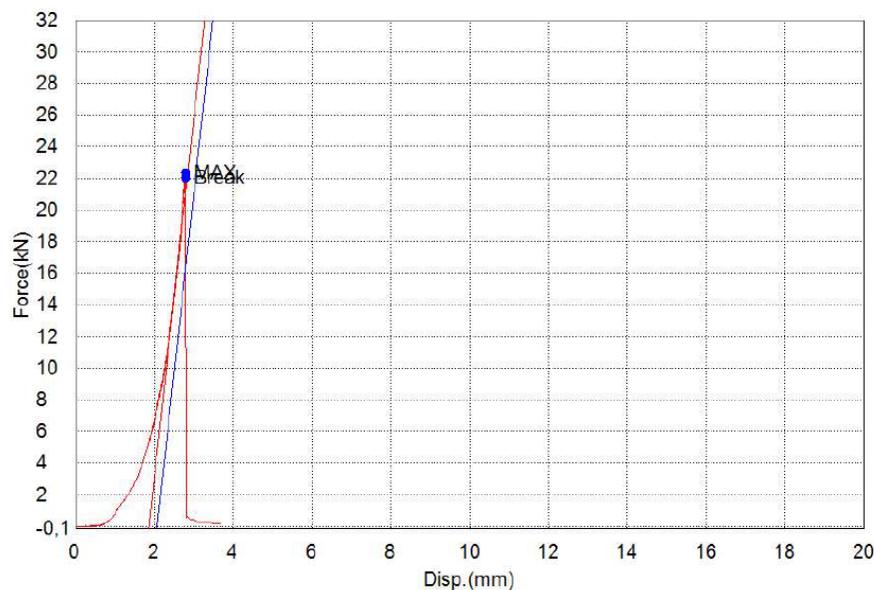


Figura 9. Curva esfuerzo-deformación del ladrillo modificado con 50 % de vidrio molido.

5. CONCLUSIONES

Cuando la mezcla del ladrillo Durabrick contenía 50 % de vidrio molido, la resistencia a flexión disminuyó en comparación con los demás especímenes. Se observó que el ladrillo Durabrick modificado con un 25 % de agregado fino de vidrio molido presentó una mayor resistencia a flexión en comparación con el ladrillo de mezcla convencional y con el ladrillo modificado con un 50 % de agregado fino en vidrio molido. Al evaluar el comportamiento de los ladrillos modificados con vidrio molido como agregado fino, se concluye que es preferible utilizar un 25 % de vidrio molido dentro del agregado fino, ya que, al cambiar el 50 % de este, su resistencia disminuye notablemente, alcanzando un valor cercano de resistencia al del ladrillo convencional.

En el modo de falla de los ladrillos reforzados con fibra de vidrio, se observó que no se produce una ruptura total en el punto donde se aplica la fuerza del ensayo (Figuras 9 y 10). Por el contrario, el ladrillo con una mezcla convencional sí presenta una ruptura total en

el punto de aplicación (Figura 8). Lo anterior puede deberse a que el vidrio molido confiere propiedades de confinamiento a la mezcla.

Finalmente, se concluye que el vidrio molido, al ser un material abundante en la Tierra, frecuentemente desechado o mal aprovechado y, por ende, un agente contaminante, puede incorporarse al ámbito de la construcción ingenieril como material de refuerzo en las mezclas de concreto, siempre que se consideren la granulometría y la proporción adecuada según el uso previsto.

6. REFERENCIAS

- Barnes, D. (2017, 23 de marzo). *Como usar vidrio molido reciclado en construcción*. eHow.
- Barnes, D. y Smith, W. (2017, 23 de marzo). *Cómo usar vidrio molido reciclado en construcción*. eHow.
- Cubas Vasquez, Y., Vargas Rojas, C., Sernaque Goicochea, J. y Tello Medina, R. (2006). *Incorporación de vidrio molido al concreto armado para*

- reforzar las estructuras en el distrito de Nueva Cajamarca*. Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Dazne, A. (2011, 29 de noviembre). *isAR-Quitectura*. <http://blog.is-arquitectura.es/2011/11/29/dexterra-baldosas-de-terrazo-con-vidrio-reforzado/>
- ICONTEC. (2010). *NTC 673 Concretos. Ensayo de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto*. ICONTEC.
- Ingeniería, C. E. (2012). Nuevo tipo de concreto con vidrio molido y menos cemento. *Ciencia Y Tecnología*.
- INVIAS. (2007). *Resistencia a la flexión del concreto método de la viga simple cargada en el punto central i.n.v.e - 415 - 07*.
- Álvarez, J. (2016, 11 de julio). *COAM*. www.arrevol.com/blog/7-materiales-del-futuro-en-la-construccion
- Lobo Valdeblanquez, A. L. (2010). Método de Reforzamiento a Estructuras Sísmo Resistentes. *Investigación de Teoría y Filosofía Del Conocimiento*, 1-3.
- Osorio, J. D. (2017, 13 de Abril). El concreto reforzado con fibras de vidrio. *360° en Concreto*, 5-6.
- Pérez, J. (2023). Vidrio - Qué es, tipos, definición y concepto. <https://definicion.de/vidrio/>
- Poveda, R. A., Granja, M. V., Hidalgo, D. y Avila, C. (2015). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. *ECUADOR*, 35(3), 2.
- Raveleon. (2013). *Concreto con vidrio reciclado*. Arquitectura-Medio Ambiente-Sustentabilidad.
- Robayo, R., Matey, P. y Delvasto, S. (2012). *Comportamiento mecánico de un concreto adicionado con materiales innovadores*. Universidad del Valle.
- Sandy, L. (2016, 10 de Agosto). *civilgeeks.com*. <https://civilgeeks.com/2016/08/08/la-utilizacion-del-vidrio-molido-material-construccion/>
- Sika Colombia. (2014). Concreto Reforzado Con Fibra De Vidrio. *Sika*, 24-26.
- SRICBD. (2016, 24 de Febrero). *SCRIBD*. <https://es.sribd.com/document/295086221/ladrillo-vidrio#>
- TYCLH. (2015, 20 de agosto). *LafargeHolcim*. Construir un nuevo mundo. construirunmundonuevo.com/sostenibilidad-recuperacioncanteras/el-proyecto-14trees/