

## Capítulo 6 Diseño y construcción de block ecológico no estructural incorporando el reciclaje de unicec

### Chapter 6 Design and construction of ecological non-structural block incorporating unicell recycling

TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth†\*, VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María'', SERRANO-ARELLANO, Juan' y RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos'

*†División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.*

*''División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Zaira Betzabeth, Trejo-Torres / **CVU CONACYT-ID:** 774137

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Karla María, Velázquez-Lucho / **CVU CONACYT ID:** 415160

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Juan, Serrano-Arellano / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 3<sup>er</sup> Autor: Juan Carlos, Rodríguez-Urbe / **CVU CONACYT-ID:** 166235

**DOI:** 10.35429/H.2021.14.1.59.68

Z. Trejo, K. Velázquez, J. Serrano y J. Rodríguez

\* ztrejo@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo, desarrollar un prototipo de block macizo de tipo no estructural incorporando el reciclaje de uniceL, el cual cumpliera con lo que especifica la norma MNX-C-441-ONNCCE-2013, para lo cual se desarrollaron dos prototipos de bloques, que se enviaron a un laboratorio certificado para realizarles la prueba de compresión. Teniendo en cuenta que para tal tema en cuestión se implementó una encuesta, la cual solo se tuvo muestra en el lugar donde se realizaron los bloques, esto ayudo a tener una partida para poder desarrollar las proporciones que se usarían en los bloques, y así tener respuestas favorables o próximas a la norma. El prototipo del bloque de concreto, al contener un agregado ligero obtendrá esta característica, con la posibilidad que su manejo y acarreo se realice con mayor agilidad, el cual podrá estar a disposición del público en general.

## UniceL, Reciclaje, Ecológico, Reutilizar

### Abstract

The objective of this study was to develop a prototype of a non-structural solid block incorporating Styrofoam recycling, which would comply with the requirements of the MNX-C-441-ONNCCE-2013 standard, for which two prototypes of blocks, which were sent to a certified laboratory for compression testing. Taking into account that for this subject in question a survey was implemented, which only had a sample in the place where the blocks were made, this helped to have a game to be able to develop the proportions that would be used in the blocks, and thus have responses favorable or close to the norm. The concrete block prototype, by containing a light aggregate, will obtain this characteristic, with the possibility that its handling and hauling is carried out with greater agility, which may be available to the general public.

## UniceL, Recycling, Ecological, Reuse

### 6.1 Introducción

A través de los avances tecnológicos los materiales para la construcción se han desarrollado de una manera considerable, debido a esta misma circunstancia se generan grandes cantidades de desechos que contaminan al medio ambiente los cuales algunos de estos no cuentan con un ciclo de reciclaje adecuado, así sin que diferentes tipos de residuos sólidos urbanos tenga una segunda vida de forma positiva que beneficie a la reducción del calentamiento global y contaminación de los ecosistemas.

Debido al gran desarrollo de la población, la cual conlleva al aumento de la construcción de edificaciones en las zonas urbanas. Estas al realizarse generan un crecimiento considerable de contaminación, por lo cual es necesario optar por nuevos sistemas constructivos para un mejor cuidado del medio ambiente y los recursos naturales que nos rodea.

Realizando un análisis breve y conciso, los residuos sólidos urbanos que no cuenta con una amplia cadena de reciclaje es el uniceL (poliestireno expandido), por lo cual se quiere realizar un prototipo de block no estructural, de tipo divisorio que pueda ayudar a disminuir la cantidad de residuos de uniceL (poliestireno expandido) que se genera en la construcción, la industria y la vida cotidiana de las personas en general, teniendo presente que se realizará la colecta de uniceL que no se encuentre contaminada de aceite, así como de algún otro tipo de desmoldante, ya que los residuos de este material sintético que se generan a diario en nuestra zona, de Huichapan e Ixmiquilpan y alrededores no se le proporciona un manejo adecuado, de tal forma que no perjudique al ecosistema y no obstante genere contaminación al medio ambiente.

#### *Block macizo de concreto*

Los romanos comenzaron a utilizar el mortero de cemento en el año 200 a. C. para unir piezas de piedra en la fabricación de sus construcciones y su arquitectura. (Bloqueras.org., 2017)

Los bloques que Harmon diseñó, tenían de medidas 8 pulgadas (20,3 cm) por 10 pulgadas (25,4 cm) por 30 pulgadas (76,2 cm), y eran tan pesados que se tenían que alzar en su sitio con una grúa pequeña. (Bloqueras.org., 2017)

Para aquella época, los primeros blocks que se hacían se solían realizar a mano, y la capacidad de producción promedio era de 10 piezas/bloques por hora. Actualmente, la elaboración de blocks de concreto es un proceso sumamente automatizado que es capaz de producir hasta 2.000 piezas por hora. (Bloqueras.org., 2017)

Trabajos recientes de investigadores mexicanos dan cuenta que los constructores mayas y aztecas, al carecer de bancos de piedra cercanos, desarrollaron la construcción de gran parte de sus estructuras con ladrillos (comúnmente denominados tabiques) unidos con morteros de cal adicionados con materiales puzolánicos y otros minerales de considerable resistencia y dureza. (Vidaud, 2013)

#### Antecedentes del Cemento:

En el antiguo Egipto (alrededor del año 2,570 a. C.) se utilizaron pastas obtenidas con mezclas de yesos y calizas disueltas en agua, para poder unir sólidamente sillares de piedra; como las que aún perduran entre los bloques calizos de la Gran Pirámide de Gizeh. Hacia el año 500 a. C., los griegos utilizaban en sus construcciones una mezcla de materiales provenientes de depósitos volcánicos, con caliza, agua y arena. Los romanos desarrollaron el llamado cemento romano o puzolánico. La puzolana contiene sílice y alúmina, que al combinarse químicamente con la cal da como resultado el cemento puzolánico; material que ha demostrado tener un gran desempeño, tanto respecto a su resistencia como a su durabilidad. (Vidaud, 2013)

#### *Arena*

Conjunto de partículas pequeñas de rocas que se acumulan en las orillas del mar o de los ríos, que se usan para elaborar morteros y concretos. (Construpedia, 2020)

La Arena es una roca incoherente cuyos granos son inferiores a 5 mm.

Según su tamaño, se agrupan en:

- Gruesa: entre 5 y 2 mm.
- Media: entre 2 y 1 mm.
- Fina: menos de 1 mm.
- Limo: menos de 0,08 mm.

Por su yacimiento se las clasifica en mina, río, marinas y artificiales, cuando se las obtiene por machaqueo. (Construpedia, 2020)

#### *Piedra pómez*

La piedra pómez, pumita o pumicita es una materia prima mineral de origen volcánico (piro clastos), en cuya composición intervienen mayoritariamente la sílice y la alúmina, con porcentajes aproximados del orden de: 70% de Si O<sub>2</sub> y 13% de Al<sub>2</sub> O<sub>2</sub>. La piedra pómez es una roca con alta porosidad, ligera (densidades entre 0,4 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>), friable, eficaz aislante térmico y con propiedades puzolánicas. Por ser considerada una puzolana natural de bajo coste, la piedra pómez es un ingrediente importante en la elaboración del cemento Portland, aumentando su durabilidad química (resistencia frente al ataque por las aguas puras, carbónicas, agresivas o ligeramente ácidas). Aparte de este uso industrial, se emplea piedra pómez en la fabricación de filtros, abrasivos y en usos agrícolas. (IGME, 2003)

## *Unicel (Poliestireno)*

### *Antecedente Histórico Del Poliestireno*

El primer acercamiento por parte del hombre hacia los polímeros fue el celuloide, creado por John Wesley Hyatt; patentado en 1869. Staudinger observó que el Poliestireno se podía fraccionar en diferentes muestras en soluciones con diferente viscosidad; lo que contradecía la idea de que era un agregado coloidal. Postuló así, que el Poliestireno era un polímero de alto peso molecular y que las sustancias poliméricas no estaban sujetas por medio de fuerzas de asociación. Además introdujo el término de macromoléculas para describir a las cadenas poliméricas de estireno, y para 1932 descubrió que el Poliestireno no podía presentar una forma cristalina debido a su falta de estéreo-regularidad; lo que lo convertía en un material amorfo.

## **6.2 Metodología para desarrollar**

### *Variables*

Se toma en cuenta las dos diferentes mezclas que se realizarán, para cada uno de los dos prototipos las cuales son las siguientes:

#### Mezcla 1:

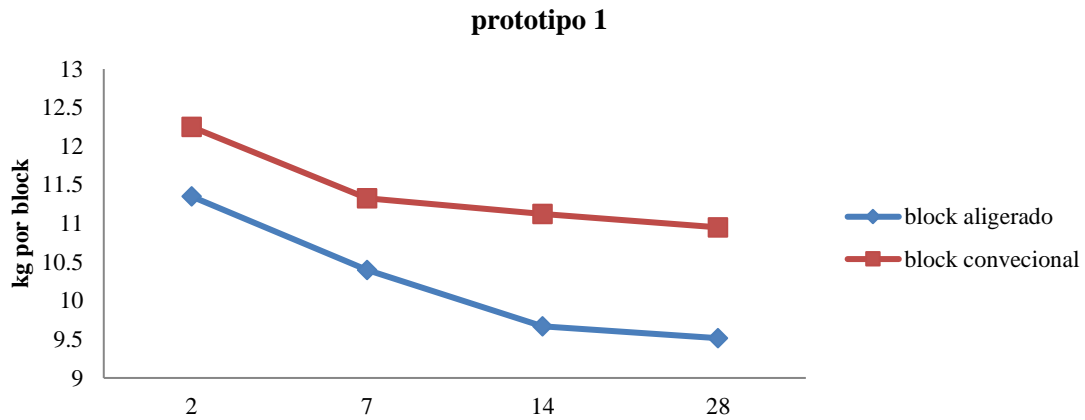
- botes de 19 litros de piedra pómez.
- 1 bote de 19 litros de unicel.
- $\frac{1}{4}$  de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua entre 5 y 7 litros, aproximadamente.

#### Mezcla 2:

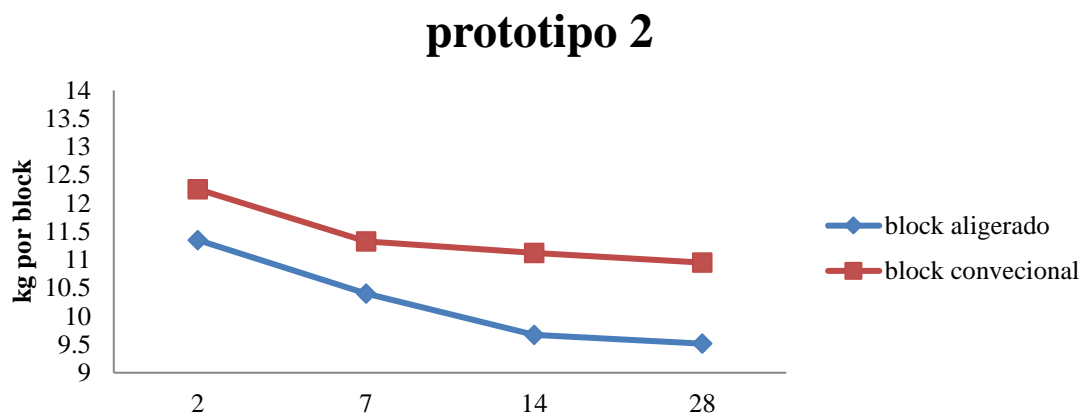
- botes de 19 litros de piedra pómez.
- $\frac{1}{2}$  bote de 19 litros de unicel.
- $\frac{1}{4}$  de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua lo suficiente para humedecer la mezcla.

### *Operacionalización de variables*

Obteniendo los resultados de laboratorio, se puede realizar comparativas entre un block convencional a uno aligerado con unicel, realizando la comparativa en peso como unidad de medida el kg. Los datos arrojan las tablas siguientes. (Figura 1 y 2).

**Gráfico 1** Comparativa de prototipo 1 a 2, 7, 14 y 28 días

*Fuente: Autoría propia*

**Gráfico 2** Comparativa de prototipo 2 a 2, 7, 14 y 28 días

*Fuente: Autoría propia*

Posteriormente se continuo con la recolección del unicel se realizó en diferentes puntos, los residuos tenían la función de proteger electrodomésticos y algunas herramientas, las cuales finalizando su función seria desechados, produciendo contaminación al medio ambiente, el unicel acopiado se almaceno como se muestra en la figura 3, de tal manera que al desintegrarlo fuera lo suficiente para complementar la mezcla para la fabricación del block.

**Figura 1** Recolección del Unicel

*Fuente: Autoría propia*

El unícel previamente acopiado se redujo de tamaño de forma manual (figura 4), con el apoyo de una persona más, ya que el proceso requiere de un amplio tiempo para poder reducir a tamaño más pequeño el unícel, anteriormente el unícel se trató de triturar en un molino para zacate, debido a que el unícel no cuenta con un peso elevado este se dispersaba por el lugar.

**Figura 2** Desintegración del Unícel



*Fuente: Autoría propia*

Posteriormente se procede a medir la cantidad de unícel que se agregaría a la primera mezcla, para fabricar el block. El unícel se midió con un bote de 19 litros (figura 5), ya que es la unidad de medida comúnmente utilizada en la fabricación de los bloques y en la construcción.

**Figura 3** Almacenamiento y medida de la cantidad de unícel



*Fuente: Autoría propia*

### *Fabricación*

La fabricación contempla la mitad de la capacidad que almacena la tolva, a la misma vez no se realizó la mezcla con menos cantidad, debido a que las aspas de la maquina no alcanzarían a revolver todos los materiales, ya que solo se realizarían una cantidad mínima de cada uno de los prototipos. Se vertió los materiales que conforma la mezcla para la fabricación del block, las cuales son la piedra pómez, cemento, unícel y agua con forme a la proporción que a continuación se muestra:

- botes de 19 litros de piedra pómez.
- 1 bote de 19 litros de unícel.



- ¼ de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua entre 5 y 7 litros, aproximadamente

La mezcla del prototipo uno se vertieron los materiales como se muestra en la lista anterior, toda la materia se mezcló durante un minuto aproximadamente hasta tener una mezcla homogénea (figura 6 y 7) el material mezclado se vertió a la tolva del vibrador para fabricar los blocks.

**Figura 4** Adicionamiento del unigel a la mezcla uno



*Fuente: Autoría propia*

**Figura 5** Mezclado de los materiales de manera homogénea



*Fuente: Autoría propia*

La mezcla del prototipo uno y dos, al introducirlo al molde se vibró entre 40 y 60 segundos (figura 8), este tiempo es el vibrado que normalmente se les da a los bloques que se fabrican en esta inmediateción, además el operador de la maquina distingue por el sonido cuando el material deja de compactarse y no vierte más mezcla al molde.

**Figura 6** Vibrado de las mezclas para fabricar los bloques



*Fuente: Autoría propia*

La mezcla del segundo prototipo se realizó bajo el mismo procedimiento del primer espécimen, destacando que la mezcla contiene diferentes proporciones de algunos de los materiales, los elementos empleados son los que se muestran a continuación:

- 4 botes de 19 litros de piedra pómez.
- ½ bote de 19 litros de unicel.
- ¼ de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua lo suficiente para humedecer la mezcla.

El resultado de la segunda mezcla se percibe a simple vista con una reducción de unicel considerable, respectivamente a la mezcla uno que a continuación se comparan en la figura 7 y 8.

**Figura 7** Resultado de la mezcla 1



*Fuente: Autoría propia*



**Figura 8** Resultado de la mezcla

*Fuente: Autoría propia*

La vibro compactación de cada una de las mezclas se realizó por separado, resultando dos piezas por cada vez que se realizó este procedimiento, los elementos resultados, se moldean sobre una base de madera (figura 9) la cual ayuda al manejo de los bloques, y colocarlos a fraguar a temperatura ambiente sobre una superficie predeterminada, en este caso los bloques tuvieron un cuidadoso fraguado, desde su inicio se mantuvieron bajo la sombra, al día posterior a su elaboración se desmoldó y se colocaron bajo una sombra y se cubrieron con una lona, esto para que mantuvieran un fraguado lento y con esto la posibilidad de aumentar la dureza de cada prototipo.

**Figura 9** Bloques retirados de la máquina moldeadora marcadas por prototipo y situadas a la sombra

*Fuente: Autoría propia*

Posterior al fraguado se enviaron al laboratorio para realizar la prueba de compresión a cada uno de los prototipos, en el laboratorio se realiza un procedimiento para el debido tronado de los bloques.

### 6.3 Resultados

#### Resistencia a la compresión del **prototipo 1**.

Como podemos observar en la Tabla 1, se anexan los resultados obtenidos por parte del laboratorio de materiales en la resistencia a la compresión.

**Tabla 1** Resistencia a la compresión Prototipo 1

| 7 días                  | 14 días                   | 28 días                   |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 9.4 kgf/cm <sup>2</sup> | 10.30 kgf/cm <sup>2</sup> | 12.10 kgf/cm <sup>2</sup> |

*Fuente: Autoría propia*

#### Resistencia a la compresión del **prototipo 2**.

Como podemos observar en la Tabla 2, se anexan los resultados obtenidos por parte del laboratorio de materiales en la resistencia a la compresión.

**Tabla 2** Resistencia a la compresión Prototipo 2

| 7 días                    | 14 días                   | 28 días                   |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 23.60 kgf/cm <sup>2</sup> | 27.30 kgf/cm <sup>2</sup> | 30.30 kgf/cm <sup>2</sup> |

*Fuente: Autoría propia*

## 6.4 Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan por su apoyo en la gestión del proceso de investigación, a los colaboradores, al estudiante de la carrera de arquitectura, NANDHO, MARTINEZ, Salvador por su apoyo en el desarrollo de la investigación.

## 6.5 Conclusiones

Los prototipos desarrollados pueden ser mejorados para así poder cumplir la normatividad, la cual es de uso no estructural. Se tiene una muestra positiva la cual se pretende realizar prototipos con las características similares y observar los resultados.

Este nuevo material al contar con las características que rige la norma de los bloques de tipo no estructural, pudiera sustituir a otros materiales que se usan para delimitar espacios, aportando el beneficio de contar con espacios de confort térmico, ya que normalmente estos lugares son muy fríos por los materiales que se usan no retienen energía calorífica para transmitirla posteriormente.

En la actualidad existen gran cantidad de materiales innovadores, pero al no ser promovidos por las personas dedicadas a la construcción y solo usar materiales tradicionales, estos novedosos materiales se quedan solo en una buena investigación.

## 6.6 Referencias

1. Bloqueras.org. (2017). Bloqueras.org. Obtenido de Recuperado el 8 de 09 de 2020, de bloqueras.org: <https://bloqueras.org/bloques-concreto/#top>
2. Construpedia. (Noviembre de 2020). Construpedia. Obtenido de Construpedia: <https://www.construmatica.com/construpedia/Arena>
3. IGME. (Abril de 2003). Panoramaminero. Obtenido de [http://www.igme.es/panoramaminero/historico/2003\\_04/ppomez03.pdf](http://www.igme.es/panoramaminero/historico/2003_04/ppomez03.pdf)
4. Ortíz, H. A. (2019). Historia del Poliestireno. Polfex.
5. Vidaud, E. (2013). Tipos de Block. Revistacyt.