

# Análisis experimental de la capacidad a compresión y carga de paneles elaborados con concreto ligero reciclado

Francisco Alonso<sup>1</sup>, Luis Reynosa<sup>1</sup>,  
Ernesto Castellanos<sup>1</sup>, Moisés Nazar<sup>1</sup>  
Juan Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Autor de correspondencia: Francisco Alberto Alonso Farrera. Tel.: 5219612333737. E-mail: alfa@unach.mx

## RESUMEN

En este proyecto se presenta el estudio de un prototipo de paneles elaborados con concreto ligero para la construcción de viviendas unifamiliares modulares. Se utiliza como material aligerante perlitas de unicel (Poliestireno Expandido, EPS) obtenido del reciclado de empaques y envases. Para conocer la capacidad de carga, su resistencia a compresión y su peso volumétrico, se realizó una serie de ensayos basados en las normas mexicanas. Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que los paneles cumplen con lo establecido para ser utilizados como muros de carga.

Palabras Clave: paneles, EPS, concreto Ligero.

## ABSTRACT

The article presents a technical studio of a prototype for the construction of modular single-family home using lightweight concrete panels. Expanded polystyrene (EPS) recycled is used as lightweight material. In order to know the load capacity, its resistance compressive strenght and its volumetric weight, a series of tests were carried out based on the Mexican norms. The results obtained in the study demonstrate that the panels can be used as structural walls.

Key words: panels, EPS, lightweight concrete.

## INTRODUCCIÓN

En México existe un tipo de vivienda llamada de *Interés social*<sup>1</sup> que está consignada a grupos de personas con escasos recursos económicos. Estas viviendas de interés social son construidas en serie; tienen un área aproximada que varía de 30 hasta los 80 metros cuadrados, con diseños estructurales y arquitectónicos parecidos entre sí, basados en las condiciones mínimas del reglamento de construcción vigente en la zona (Trujillo *et al.*, 2010).

Una vivienda, casa prefabricada o modular son aquellas viviendas construidas en un entorno industrializado, las cuales tienen ensambladas la mayor parte de sus elementos y solo necesita ser ubicada en un espacio para su correcta organización, estas viviendas pueden tener una o varias secciones (Jiménez, 2012).

Actualmente, los problemas ambientales ocupan la agenda internacional, entre los que destacan la contaminación del agua y degradación del suelo; y siendo el poliestireno expandido (EPS) uno de los materiales que

se producen en grandes cantidades, lo que lo convierte en un material con un potencial altamente aprovechable, especialmente para la industria de la construcción, sin embargo, no hay gran campo de acción para éste como un agregado verdaderamente funcional para concretos estructurales, que soporten grandes cargas, debido en gran medida a sus pobres propiedades mecánicas y existen aún menos estudios que nos hablen de cómo utilizar los desechos producidos por EPS (López, 2013).

Desde su aparición, el concreto ligero se ha obtenido mediante diversas metodologías, entre las cuales se puede mencionar el uso de espumas ligeras o el remplazo total y parcial de los áridos convencionales por áridos de baja densidad (Liu y Chen, 2014).

Es evidente que el uso del EPS en la construcción no es nuevo, sin embargo, lo que se pretende con este proyecto es implementar el EPS reciclado en sustitución del agregado grueso y con ello proporcione una mayor ligereza a los paneles para muros de carga y divisorios en viviendas y al mismo tiempo reducir los desechos que el

EPS produce; existen diversos artículos donde se describen como se ha intentado hacer esto, con resultados no muy satisfactorios desde el punto de vista de la resistencia.

El objetivo del proyecto es reciclar EPS y con ello reducir las desventajas, debidas al exceso de peso, y fabricar paneles ligeros ecológicos (figura 1) para emplearse en viviendas modulares (figura 2).

## METODOLOGÍA

Debido al carácter ecológico que este proyecto abarca, se parte desde este enfoque mediante la recolección del material a reciclar en cualquier presentación o forma, en este caso, poliestireno expandido. Posterior a la recaudación de EPS, este fue sometido a un proceso de remoción de material ajeno al que interesa, alejando así cualquier materia que pueda influenciar en el desempeño y características del concreto aparte de las deseadas por el efecto mismo del EPS. Finalmente, el EPS es licuado para obtener las partículas que se necesitan en la fabricación del concreto ligero (figura 3).

Para la realización de las dosificaciones se toma como base la de un concreto con resistencia de  $150 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo a lo establecido por el IMCYC (2011) realizando los ajustes pertinentes, como es el caso de la sustitución del agregado grueso por el de EPS reciclado.

Se procedió a elaborar cilindros de concreto ligero de acuerdo a lo establecido en las normas mexicanas del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE) en específico la NMX-C-159-ONNCCE-2004, que es la de "Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio", los cuales fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días respectivamente (figura 4), apegándose a los procesos de la norma, NMX-C-109-ONNCCE-2010, "Cabeceo de especímenes cilíndricos" y la NMX-C-083-ONNCCE-2002 "Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto" (IMCYC, 2011).

Después de conocer la resistencia de diseño se procedió a la elaboración de paneles ligeros de acuerdo a una propuesta arquitectónica de vivienda modular, elaborando paneles con dimensiones de 0.60 m de ancho, 1.20 m de largo y 0.08 m de espesor, reforzadas con malla de

gallinero (figura 5), los cuales fueron ensayados mediante la aplicación de cargas cíclicas, para conocer su resistencia a la flexión (figura 6).

## RESULTADOS

Los especímenes de concreto ligero fueron ensayados en el laboratorio de Tecnología del Concreto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, de acuerdo a las normas establecidas por el ONNCCE, obteniéndose los siguientes resultados: El promedio de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto ligero fue de  $120 \text{ kg/cm}^2$ , el cual es un buen resultado si lo comparamos con el peso volumétrico obtenido que fue de  $1650 \text{ Kg/m}^3$  en relación con el del concreto convencional que es de  $2200 \text{ kg/m}^3$ . En cuanto a los paneles de concreto ligero el resultado obtenido ante ciclos de carga y descarga de carga viva fue en promedio de  $400 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual es mayor a los  $170 \text{ kg/cm}^2$  que marca para sistemas de losa de entrepiso, el reglamento de construcción de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas demuestran que el uso de material reciclado para aligerar el concreto cumple con lo establecido por las normas mexicanas, por lo que puede emplearse para elaborar concreto ligero con buena resistencia a la compresión a bajo peso volumétrico. Así también, se puede concluir que los paneles ligeros pueden ser empleados como sistemas de bovedilla para la implementación de losas aligeradas, con capacidades de carga superiores a elementos convencionales que se usan en este tipo de sistemas de piso, garantizando la seguridad establecida en las normas a un costo bajo y con un peso volumétrico ligero.

La construcción de viviendas modulares usando paneles ligeros es una solución ecológica debido a que se recicla uno de los materiales que menos se reciclan en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, así también al ser elementos ligeros disminuyen la carga transmitida al suelo disminuyendo el tamaño de la cimentación y también se tiene una vivienda sismoresistente.

# APÉNDICE

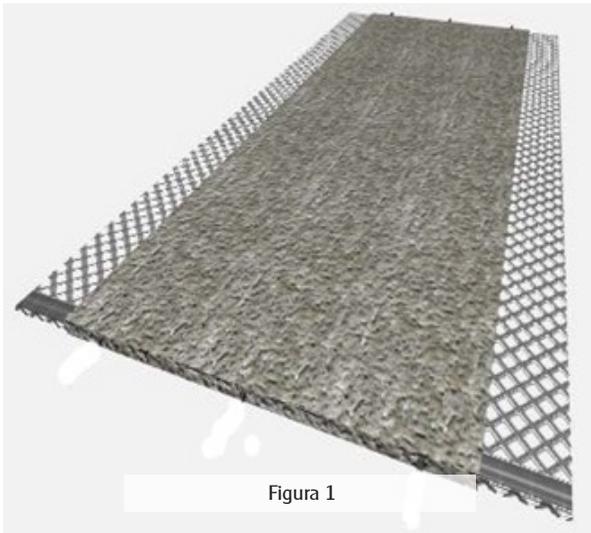


Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6

## LITERATURA CITADA

- IMCYC, 2011.** *Posibilidades del concreto*. Construcción y Tecnología en Concreto, 13. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- JIMÉNEZ, G., 2012.** *Viviendas prefabricadas modulares con el Sistema Steel Framing para el área metropolitana de la Ciudad de México*. México, D.F.: UNAM.
- LIU N., & CHEN, B., 2014.** Experimental study of the influence of EPS particle size on the mechanical properties of EPS lightweight concrete. *Science Direct*, 227 - 232.
- LÓPEZ, M., 2013.** *Evaluación de los procesos de corrosión en concretos aligerados con EPS expuestos en medios simulados y reales*. Xalapa, Veracruz.
- TRUJILLO, L., A. ORDUÑA, y R. LICEA, 2010.** *Análisis experimental de un sistema constructivo innovador para vivienda económica en zonas sísmicas*. Sismica.