

# Tercer Encuentro Académico

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO



**CONAVI**  
COMISIÓN NACIONAL  
DE VIVIENDA



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Noviembre 2016



Figura 1

## Prototipos bioclimáticos de vivienda económica y su impacto en el confort y ahorro de energía

Se construyeron y monitorearon cinco modelos bioclimáticos de vivienda económica en ciudades del país con clima cálido (seco y húmedo), se obtuvieron resultados sobre su desempeño térmico.

**E**n México, el acceso a una vivienda digna y decorosa es un derecho constitucional, por lo cual el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), buscó atender a un mercado que no tenía acceso a los programas sociales del gobierno y creó el Programa Nacional de Vivienda Económica (INFONAVIT, 2002). Éste ofreció una alternativa de vivienda accesible a familias de ingresos de hasta 3.9 veces salario mínimo mensual (vsmm), que representaban el 72% de los derechohabientes del

INFONAVIT. Esta vivienda ha mantenido un costo de venta de 117.60 vsmm y cuenta con los servicios de electricidad, drenaje, agua potable y pavimentación.

Los fraccionamientos con vivienda económica han quedado ubicados en la periferia de las ciudades, lo que ha ocasionado en algunos casos lejanía con las fuentes de trabajo y en otros, el abandono de las viviendas. Las viviendas económicas cuentan con la superficie de construcción limitada al costo establecido en el programa, resultando en espacios reducidos para la cantidad de personas que las

habitan, así como en los climas cálidos (secos o húmedos), han presentado condiciones térmicamente inadecuadas en periodo de verano e invierno. Lo anterior, ha hecho necesario el uso de algún sistema de acondicionamiento electromecánico para mejorar las condiciones del ambiente térmico, como los equipos de aire acondicionado, enfriadores evaporativos y/o ventiladores. El funcionamiento de los primeros genera consumos altos de energía eléctrica en el verano y tienen un impacto social en la economía de las familias de bajos ingresos.

Por lo que para atender la problemática que estaba generando este tipo de vivienda y conocer cuál era su funcionamiento post-ocupación y la percepción del usuario, se elaboró el proyecto de investigación “Confort térmico y ahorro de energía en la vivienda económica en México: regiones de clima cálido seco y húmedo”, desarrollado de 2005-2009.

### **Confort térmico y ahorro de energía en la vivienda económica de México: segunda etapa**

En noviembre de 2010, fue autorizada la continuación del proyecto, como una segunda etapa, la cual consistió en la construcción de los modelos bioclimáticos de vivienda económica (MBVE) en las ciudades de Mexicali, Hermosillo, La Paz, Colima y Mérida; y su posterior evaluación térmica-energética por monitoreo in situ.

Los MBVE fueron construidos en distintos periodos entre 2011-2012, de acuerdo a las condicionantes y acciones de vinculación que se realizaron en cada ciudad. En Colima se construyó en la Buenavista, Villa de Álvarez; en Mexicali, en el Fraccionamiento Parajes de Puebla; en Mérida, en los terrenos del colegio de Ingenieros Civiles; en Hermosillo y La Paz, en sus respectivos campus universitarios.

Posteriormente, se realizó el monitoreo de las condiciones ambientales in situ, a través del registro de las variables de estudio; básicamente temperatura y humedad relativa en el exterior e interior de la vivienda. Se utilizaron estaciones meteorológicas in situ o con datos de los campus universitarios; en el interior se utilizaron sensores tipo HOBOS U12-U13. Se realizaron registros en un periodo de medición de al menos un mes en verano, invierno y/o transición.

### **Resultados**

Los MBVE reflejan en su diseño consideraciones espaciales, bioclimáticas y culturales. Entre las primeras, incluyen en el exterior el uso del pórtico como un espacio de integración exterior e interior y de amortiguamiento térmico, mantienen uno de sus muros en colindancia; en el interior mantienen el espacio común (sala-comedor-cocina), una recámara y un baño, presentan composiciones diferentes y una mayor altura interior a los modelos que están en el mercado inmobiliario. Desde el punto de vista bioclimático, se utiliza el aprovechamiento y/o control de la radiación solar y de la ventilación, según el tipo de clima cálido; así como los sistemas constructivos de la envolvente de la vivienda

A continuación se muestran los MBVE, de acuerdo al periodo de construcción:

#### **Villa de Álvarez, Colima (clima cálido subhúmedo)**

Las principales técnicas de adecuación bioclimáticas fueron promover la ventilación natural y minimizar el efecto de la radiación solar. Para lo primero fue a través de la disposición de las ventanas y uso de vidrio tipo persiana y hueco superior e inferior entre las habitaciones. Como elementos de control aleros y marcos alrededor de las ventanas; se ➤



Figuras 2 y 3

utilizó losa de concreto y muros de tabique ladrillo rojo. El color en muros exteriores e interiores fue blanco (Figura 1).

**Hermosillo, Sonora (clima cálido seco)**

Las técnicas utilizadas principalmente responden al control de la radiación solar, a través del uso de masa térmica, resistencia térmica y propiedades ópticas; así como el diseño de partesoles que permiten el sombreado de muros y ventanas en fachadas principal y posterior. Se utilizó en los muros bloques de concreto celular y bloques mecanizado de tierra. La cubierta fue construida con paneles de concreto celular. Se cuenta con una chimenea solar que permite la extracción del aire caliente. Se utilizó el color blanco en exterior e interior (Figura 2).

**Mexicali, Baja California (clima cálido seco)**

En Mexicali, las principales técnicas utilizadas son el control de la radiación solar, a través de promover el sombreado de muros y ventanas, la resistencia térmica del techo y ventilación del mismo, aislamiento térmico de muros este y oeste, sombreado parcial de muro por volado del techo en la orientación este y sur. Aprovechamiento de ventilación cruzada en el interior. Uso del color blanco en exterior e interior (Figura 3).

**Mérida, Yucatán (clima cálido húmedo)**

En Mérida, fueron utilizadas las técnicas de ventilación natural entre las habitaciones y el sombreado exterior de ventanas, orientación de la vivienda en dirección de los vientos dominantes.

### **La Paz, Baja California Sur (clima cálido seco)**

El MBVE de la Paz, cuenta con las técnicas de control de la radiación solar y promoción de la ventilación natural. Las ventanas tienen elementos de sombreado; se utilizaron los materiales en muros, como el bloque de concreto en conjunto con el adobloque y cubierta de vigueta y bovedilla, acabado en color blanco en exterior e interior.

### **Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda**

Los productos de la investigación están dirigidos a los desarrolladores de vivienda

de las diferentes ciudades. Para la construcción de las viviendas se utilizaron terrenos proporcionados por fraccionadores (Desarrollador RUBA en Mexicali, apoyo de Termoaislantes de México para la construcción de un segundo prototipo), por gobierno del estado de Colima a través del Instituto de Vivienda, con organizaciones gremiales como el Colegio de Ingenieros Civiles de Yucatán. Además de acuerdos internos, en las universidades de Sonora (con apoyo de varias empresas, entre ellas, la del material Hebel) y de la Baja California Sur.



**Ramona Romero**

Doctora en Arquitectura, profesora-investigadora, 26 años de antigüedad en la Universidad Autónoma de Baja California. Docente de la licenciatura y posgrado. Coordinadora de la Maestría en Arquitectura y Coordinadora de Posgrado e Investigación de la Facultad. Ha participado en 24 proyectos de investigación, y ha sido responsable en 10 de ellos. Productividad de un libro, siete capítulos de libros, ocho artículos en revistas indizadas, 30 en memorias de congresos internacionales y 18 nacionales.

Integrante de ANPADEH y Comisión Académica de ASINEA, Reconocimiento PRODEP, cuerpo académico consolidado y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

### **Coautores:**

Universidad Autónoma de Baja California: Dr. Gonzalo Bojórquez, Dr. Aníbal Luna. Universidad Autónoma de Baja California Sur: M.C. Oscar Reséndiz, Dr. Federico Poujol. Universidad Autónoma de Yucatán: Dra. Milagrosa Pérez, Dra. Carmen García. Universidad de Colima: Dr. Gabriel Gómez Azpeitia, Dr. Adolfo Gómez Amador, Dr. Armando Alcántara. Universidad de Sonora: Dr. José Manuel Ochoa, Dra. Irene Marincic, Dra. Guadalupe Alpuche.