

Viviendas modulares: innovación sostenible para la crisis habitacional en México

Omar Alejandro González Noriega, Raúl Obed González Amaro y Moisés Montiel González

El Mtro. González Noriega estudió Ingeniería Mecánica en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), maestría en Ingeniería Química Metalúrgica en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y actualmente se encuentra finalizando su doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas en la UAEM.

El Ing. González Amaro estudió Ingeniería Industrial y de Sistemas en la Universidad Tec Milenio y actualmente se encuentra finalizando su maestría en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables en la UAEM.

El Dr. Montiel González estudió Ingeniería Electromecánica en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico TECNM y Doctorado en Ingeniería en Energía en la UNAM. Actualmente es Profesor e Investigador de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la UAEM.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

De acuerdo con estudios del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) sobre derecho a la vivienda en México, aproximadamente 14 millones de familias en el país no tienen acceso a una vivienda digna y decorosa debido a la falta de recursos económicos, lo que representa el 48% total de viviendas del país. Es fundamental considerar que la vivienda no solo es una necesidad básica, sino también un espacio que influye en el bienestar de sus habitantes, en el medio ambiente y en la economía local. Los datos indican que los estados más pobres de México, como Chiapas, Guerrero y Oaxaca, enfrentan un déficit habitacional crítico, con más del 70% de su población necesitando mejoras sustanciales o viviendas completamente nuevas [1].

Con base en datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), la demanda mundial de energía se incrementó un 2.3% en 2019. Casi el 70% de la demanda total de energía se satisfizo mediante combustibles fósiles. Debido a la gran contaminación atmosférica generada por el uso de estos combustibles, se están desarrollando recursos energéticos alternativos, verdes, sostenibles y altamente eficientes, lo que ha resultado en un cambio de paradigma de los combustibles fósiles a los recursos de energía renovable.

Una propuesta prometedora para la solución de estos problemas son las *viviendas modulares*. Este tipo de viviendas consumen la energía que producen, obtenida desde tecnologías verdes y en caso de que haya un excedente este pueda almacenarse en baterías de litio para su uso posterior, siguiendo el estándar de Energía Cero. Su capacidad de adaptación,

versatilidad, menor tiempo de construcción y reducción de costos de inversión en comparación con las viviendas tradicionales, aunado a su eficiencia energética, las hacen una alternativa atractiva para mejorar la calidad de vida de los residentes.

Las *tecnologías con efecto verde* son las que nos ayudan a disminuir la huella de carbono, en este artículo nos enfocamos en las que contribuyen en el sector de la construcción habitacional. Algunas de estas tecnologías con efectos verdes son: los intercambiadores de calor tierra-aire y los techos aislados con paneles fotovoltaicos y solares para generar energía eléctrica y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. A continuación, se hablará más a detalle de estas (Figura 1).

Intercambiador de calor tierra-aire (ICTA)

Este consiste en un sistema de tuberías

subterráneas que se colocan debajo de la vivienda con la finalidad de intercambiar el aire. Por ejemplo, en verano el aire caliente intercambia energía con el subsuelo a una temperatura menor, enfriándose y llegando a la vivienda con una temperatura más fresca. Cuando es invierno ocurre lo contrario, por lo cual la temperatura que llega es mayor. Estos sistemas están contruidos principalmente de tubos de los siguientes materiales: plástico, concreto, metal galvanizado y cerámicos. Estos intercambiadores han demostrado un ahorro de hasta el 45% de sus requerimientos energéticos en edificios públicos (hoteles, escuelas, etc.). La temperatura puede ser regulada hasta alcanzar una adecuada mediante un bucle, por el cual se pasa el aire. La profundidad a la cual se encuentran enterrados estos sistemas afecta su rendimiento, por lo que se llevan a cabo cuidadosos cálculos para su construcción [2].

Calentador solar

Los calentadores solares son dispositivos que convierten la energía solar en calor, que se usa para calentar un fluido (agua, alcohol, salmuera, aceite, aire, etc.) Estos generalmente se usan para calentar agua para servicios sanitarios en regaderas, lavadoras, lava trastes, etc. en diferentes entornos, como comercios, hoteles, hospitales, asilos, restaurantes, industrias, etc. La temperatura alcanzada dependerá de la aplicación, por ejemplo, para el agua de una piscina la temperatura es de 28 °C mientras que para procesos industriales van de 60 a 280 o hasta 400 °C. ¿Cómo funcionan? El agua del sistema se encuentra a temperatura ambiente, pero cuando incide el sol en la superficie del colector solar, esta empezará a calentarse. El aumento en la temperatura del agua lleva a una disminución en su densidad, por lo que empieza a subir a la parte alta del sistema, donde se encuentra el termotanque, que es donde está el agua almacenada. Este tanque tiene un aislante a su alrededor, lo cual permite que el agua mantenga su temperatura durante varias horas. Es por ello que cuando se calienta el agua durante el día, esta puede usarse durante la noche y mantiene la misma temperatura [3].

Panel fotovoltaico

A menudo se requiere iluminación en lugares lejanos, donde el costo de emplear energía de la red es demasiado el-

evado y complicado. Algunos ejemplos son señalamientos con iluminación empleados en caminos, cruces, boyas, faros, seguridad, aldeas, etc. Los paneles fotovoltaicos pueden satisfacer estas necesidades gracias a sus beneficios, ya que es un método barato y la radiación solar es inagotable en escala humana. No obstante, los paneles tienen una vida media de aproximadamente 25 años. Hoy en día estas celdas ya no solo se emplean en las zonas rurales, sino que a partir de los noventa se propuso el uso en los tejados de las viviendas para evitar el uso de combustibles fósiles para generar energía eléctrica. ¿Como funcionan los paneles solares fotovoltaicos? Estos paneles capturan la luz del sol, provocando que los electrones que hay en las células de silicio liberen energía, que se convierte en electricidad en forma de corriente continua. Los electrodomésticos funcionan tanto con corriente continua como alterna. (Figura 2). El exceso de electricidad producido con un panel solar puede almacenarse en baterías o inyectarse a la red eléctrica pública.

Energía Eólica

La energía eólica no contamina, es barata, es inagotable y una alternativa para frenar el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a evitar el cambio climático. Su generación es una manera limpia, ya que se nutre del viento para generar electricidad. Para su correcto funcionamiento, el viento tiene que cumplir con ciertas características (debe tener una velocidad mínima de 20m/s para micro turbinas domésticas, 3.5m/s para turbi-

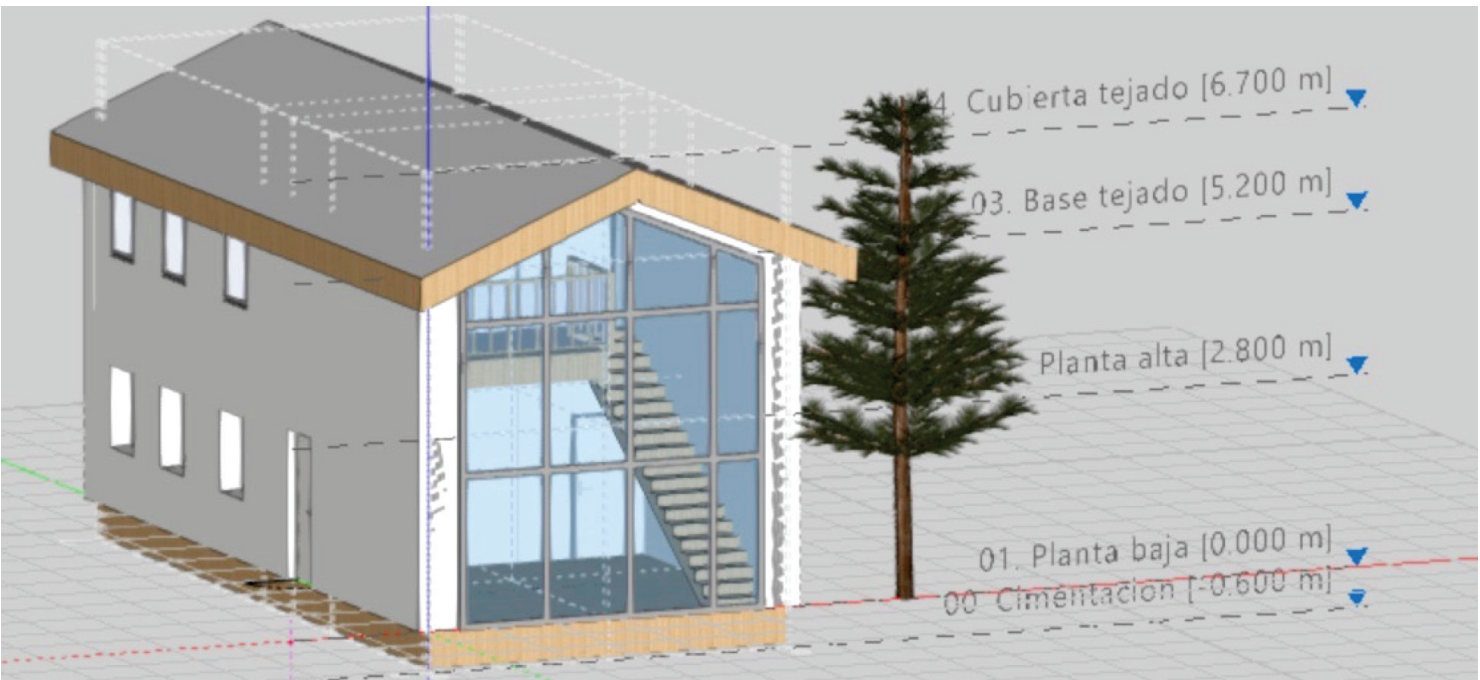


FIGURA 3. MODELADO de vivienda modular bajo el estándar Passivhaus. Creado en CYPE Architecture por el ingeniero Raúl Obed González Amaro.

nas pequeñas y 6m/s para turbinas grandes), para que la hélice gire y el rotor transforme la energía cinética en mecánica, con lo que el generador transformará la energía mecánica en eléctrica. Este método de generación de energía nos permite suministrar energía eléctrica a comunidades rurales y marginadas. Son necesarios dos requisitos fundamentales para

la producción de energía eólica. El primero es la evaluación del terreno y el segundo la medición del viento. Satisfechos estos requisitos, se puede proseguir con la instalación de un *aerogenerador*, cuyas dimensiones oscilan entre 80 y 120 metros de altura; si hablamos de micro turbinas eólicas domésticas, las dimensiones manejadas oscilan entre 60 cm hasta 2 m. México cuenta con uno de los potenciales más altos para la generación de energía eólica del mundo, con un potencial eólico de 50 GW, pero solo se han instalado 7.3 GW en el 2022. Gran parte de los aerogeneradores se encuentran en parques eólicos en Oaxaca, Tamaulipas, Nuevo León y Baja California [4].

Para el caso de la producción de la energía eléctrica necesaria en una vivienda, se utilizan paneles solares y sistemas eólicos. Para proveer una iluminación adecuada, se emplean *tragaluces tubulares*, para incrementar la iluminación durante el día y solo utilizar focos ahorradores LED durante la noche, asegurando así un bajo consumo de energía eléctrica.

El estándar Passivhaus

El concepto *Passivhaus* fue acuñado por el Dr.Wolfgang Feist, creador de la primera vivienda que utiliza esta metodología, destinada a que la edificación tenga poca necesidad de energía. Este estándar es utilizado para el diseño y fabricación de viviendas sostenibles, que sean eficientes desde el punto de vista energético, enfocándose en disminuir la cantidad de energía para calentar y enfriar edificios. Mediante el aislamiento térmico, se busca disminuir la cantidad de energía utilizada para calentar y/o enfriar un edificio, de forma que la temperatura sea agradable todo el tiempo en su interior, dando un confort térmico en un intervalo de 22°C a 28°C. Es por ello que se utilizan características como máximo aislamiento (espuma térmica entre los muros, conglomerados de madera, etc.), ventilación controlada (la orientación de la vivienda y el número de ventanas influyen en la ventilación de esta), ventanas de triple acristalamiento (estas permiten el paso de la luz, sin permitir que acceda el calor a la vivienda), sistemas de calefacción/intercambiadores de calor sostenibles. Las dimensiones de las viviendas modulares (Figura 3) varían de acuerdo con las necesidades del usuario, generalmente se encuentran en un rango de 28 m² [5,6].

Conclusión

La transición a viviendas modulares tiene un impacto positivo en las comunidades al hacer las viviendas más accesibles y reducir los costos de la energía. Este enfoque no solo mejora la calidad de vida de los habitantes, sino que también ofrece un modelo más sostenible que puede aliviar el impacto de sobrepoblación y promover un desarrollo equitativo. La adopción de viviendas modulares no solo es una respuesta a la crisis de vivienda en México, sino también una oportunidad para repensar nuestro impacto ambiental y promover una sociedad sostenible. ¿Estamos listos para hacer de la sostenibilidad la norma y no la excepción?

Referencias

- [1] Simental Romero J. J., Valles Aragón M. C., Vázquez Quintero G. (2022). Análisis del Rezago Habitacional por Calidad de Espacios en el Estado de Chihuahua. Repositorio Universitario ruIIEC. <https://ru.iiec.unam.mx/5961/>
- [2] REHAU. (2023). Pozo canadiense. Obtenido de <https://www.rehau.com/es-es/pozo-canadiense>
- [3] Ortiz Gallardo M. G., Fuente Melo A. C., Rodríguez Hidalgo M. B. (2018). Reporte de Inteligencia Tecnológica de Energía Termosolar. Instituto Mexicano del Petróleo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/341706/IT_TERMO-SOLAR_Final_Rev_1.pdf
- [4] Valle Pereña J. A., Ortega Navarro H. O. (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026. Gobierno Federal SENER. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2012-2026.pdf
- [5] Corner, D., Fillinger, J. & Kwok, A., 2017. *Passive House Details: Solutions for High-Performance Design*. Reino Unido: Taylor & Francis.
- [6] Ashrae, A. S. o. H. a. A. C. E., 2023. *Energy efficient HVAC system design*. Austin, Tx., s.n.

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.



FIGURA1. DIAGRAMA DE tecnologías con efectos verdes. Creado por el Ing. Raúl Obed González Amaro.



FIGURA 2. SISTEMA de paneles fotovoltaicos (al frente) y concentradores de calor (atrás) colocados en el CIICap UAEM.