

VIVIENDAS EN ZONAS DE ALTA MARGINACIÓN:

Confort y energía

Housing in High Marginalization Areas: Comfort and Energy

El incremento continuo del consumo energético a nivel mundial, basado principalmente en combustibles fósiles, es insostenible desde cualquier perspectiva. Entre los principales consumidores de energía se encuentran la industria de la transformación y el transporte. En México, la industria consume el 23.55% del total del consumo energético y el transporte el 48.80%, en tanto el sector residencial, comercial y público representa el 18.48% [1].

El uso de los diferentes tipos de energía en los edificios se concentra principalmente en la iluminación, calefacción, aire acondicionado y agua caliente, tanto en lugares de trabajo, espacios recreativos y hogares, este gasto energético genera aproximadamente 800 gramos de CO₂ por cada kilowatt-hora (kWh) consumido [2], o sería equivalente a quemar 0.16 litros de gasolina en un motor de combustión interna [3]. Además, la producción de esta energía conlleva graves consecuencias ambientales, como la contaminación del aire, la generación de residuos radiactivos, el riesgo de accidentes nucleares, la deforestación y la desertificación, entre otros impactos negativos.

Palabras claves:

Simulación dinámica, confort, consumo energético

AUTORES

M. en C. Francisco Javier Sol Sampedro

francisco.solsmp@e.unicach.mx,

franciscosol@sandunga.unistmo.edu.mx

Dra. Aracely López Grijalva

aracely.lopez@unicach.mx

Dr. Guillermo R. Ibañez Duharte

guillermo.ibanez@unicach.mx

Dr. Imer López Grijalva

imer.lg@regionsierra.tecnm.mx

DOI: 10.59730/rer.v12n57a1

Desde el punto de vista social, el consumo de energía en las edificaciones se relaciona con la necesidad de alcanzar un estatus que brinde comodidad mediante el uso de sistemas de climatización mecánica. No obstante, gran parte de este consumo se debe a un diseño inadecuado y a la utilización de materiales poco apropiados para las condiciones geográficas y climáticas de la zona donde se ubican las edificaciones. Se estima que el sector de la construcción produjo el 28% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y consumió alrededor del 60% de la electricidad mundial en edificios residenciales y comerciales para lograr el confort térmico [4].

Esto genera altos costos en los servicios eléctricos debido al uso de sistemas mecánicos de enfriamiento, lo que deriva en un estado de pobreza energética; este término, definido por la Ley de Conservación de Energía y Hogares Cálidos de Reino Unido [5], se refiere a la incapacidad de los hogares para costear sistemas que mantengan sus viviendas en condiciones térmicas adecuadas, ya sea para calefacción o refrigeración.

El acceso a servicios básicos como la electricidad es un derecho fundamental que condiciona el desarrollo humano y garantiza una vida digna. En México, aproximadamente 1.2 millones de personas carecen de acceso a energía eléctrica, con 438 mil viviendas sin este servicio [6]. La pobreza energética tiene un impacto directo en el desarrollo económico y educativo, afectando la salud, la seguridad, la equidad y el medio ambiente. Según la Organización Mundial de la Salud, los hogares que sufren pobreza energética suelen reducir el uso de sistemas de calefacción y refrigeración, lo que los expone a condiciones térmicas inadecuadas y a graves riesgos para la salud [5].



**VIVIENDAS EN ZONAS
DE ALTA MARGINACIÓN:**
Confort y energía

Las políticas públicas en México dirigidas a la vivienda sustentable se han centrado principalmente en áreas urbanas; así mismo, se han generado normas no obligatorias como la NOM-008-ENER-2001 para edificios no residenciales y la NOM-020-ENER-2011 para edificios habitacionales, con el objetivo de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento. Estas normas optimizan el diseño a partir del comportamiento térmico de la envolvente para obtener beneficios como la mejora en las temperaturas al interior, así como, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento [7][8].



Los resultados de las investigaciones de Santillán [9], indican que el 29.7% de la población mexicana vive en pobreza energética, careciendo de al menos uno de los servicios energéticos básicos. Además, el 16.5% se encuentra en situación de pobreza energética extrema, lo que significa que carecen de al menos el 30% de los servicios energéticos necesarios. Estos datos resaltan la urgente necesidad de implementar acciones que garanticen el acceso a servicios energéticos adecuados, asequibles, confiables, seguros y ambientalmente responsables para toda la población.

En México, el 75% de los habitantes de zonas rurales, especialmente en comunidades indígenas, viven en pobreza energética [10]. Esto implica la falta de servicios y tecnologías básicas para cubrir necesidades esenciales como calentar agua, iluminación, cocinar, refrigerar alimentos, y mantener condiciones térmicas adecuadas en sus viviendas. Una forma de abordar estos rezagos y mejorar el confort térmico en las viviendas radica en considerar la planeación, diseño, construcción y operación de las edificaciones, ya que cada una de estas etapas influye en el consumo energético.



“En México, el 75% de los habitantes de zonas rurales, especialmente en comunidades indígenas, viven en pobreza energética.”

Comportamiento energético-confort de la vivienda rural

Para comprender cómo se comporta energéticamente una vivienda en una zona rural y qué características de confort ofrece a sus habitantes, se analizó una vivienda ubicada en la región del Istmo de Tehuantepec. La vivienda ubicada en San Blas Atempa a una altitud de 41 metros sobre el nivel del mar, en un clima cálido subhúmedo (Aw); con una temperatura mínima promedio de 22.2°C y una máxima promedio de 34.4°C, con una temperatura media anual de 28.3°C y precipitaciones máximas promedio de 1200 mm [11]. La configuración arquitectónica de la vivienda incluye espacios abiertos comunes, una recámara utilizada ocasionalmente, un área común que funciona como sala general que funciona a su vez como dormitorio, para este fin hacen uso de hamacas y catres; un área de comedor, también una cocina en la que se encuentra fogón a leña que es usado para la preparar alimentos y finalmente, un acceso tipo corredor que permite el acceso desde la calle.

Los materiales de construcción utilizados en la vivienda incluyen pisos de tierra, muros de blocks de mortero (cemento-arena), de igual forma existen muros de tabique de barro rojo. La vivienda tiene dos tipos de cubiertas: una de concreto armado y otra de teja de barro rojo en el área de la cocina. Mediante el uso de una cámara térmica, se registraron las temperaturas que emiten la componente de la casa, se observó que las temperaturas de la envolvente al interior de la vivienda variaban entre 30.8°C y 43.8°C, con temperaturas máximas de 53°C en la losa y mínimas de 32.3°C en los pisos, datos obtenidos con una temperatura exterior de 31.2°C (ver Figura 1).

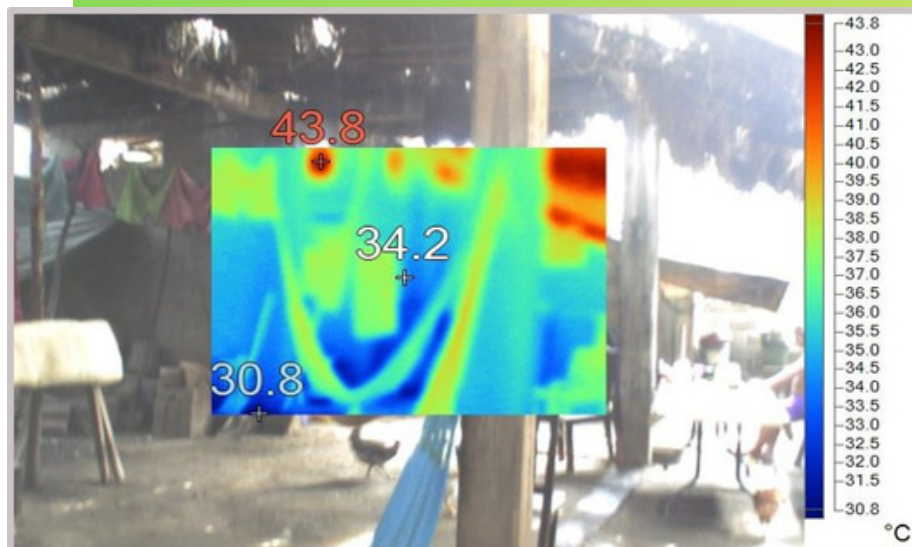


Figura 1. Imagen térmica del interior del área común.

Comportamiento energético-confort de la vivienda rural (cont.)

Los habitantes de la vivienda mencionaron que, en general, esta se mantiene fresca durante las mañanas, pero la sensación de calor aumenta considerablemente durante el resto del día. Para analizar el comportamiento térmico de la vivienda, se utilizó la simulación dinámica utilizando el software DesignBuilder (basado en el motor EnergyPlus), para tal fin se generó el archivo EPW de los datos meteorológicos de la zona de estudio usando el programa Meteonorm, así mismo, se configuró con el tipo de uso habitacional y los diferentes tipos de materiales usados en la envolvente de edificio analizado. Esto que permitió reproducir las temperaturas interiores y considerar las características de los materiales utilizados. El modelo de la vivienda se construyó considerando las dimensiones, materiales y distribución de los espacios reales (ver Figura 2).

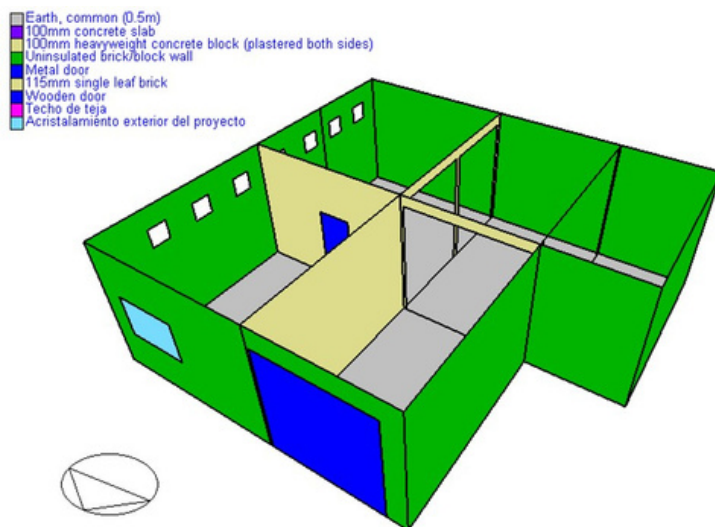


Figura 2. Modelado de la vivienda considerando dimensiones, características y materiales.

El programa de simulación dinámica se alimentó con datos climatológicos y de ubicación para considerar factores como la orientación, la radiación solar, el viento, la temperatura y la humedad y este realizara los cálculos en un periodo de un año, de manera mensual y horaria, considerando las medias de un promedio de 10 años de datos climatológicos. De manera general se tiene que la temperatura operativa promedio anual de la vivienda es de 29.30°C superando el rango de confort térmico establecido entre 23.96°C y 28.96°C, el cual se calculó usando la formula sugerida por Szokolay usando la temperatura media anual para determinarlo. La sala principal registró la temperatura más alta (29.44°C), mientras que el comedor presentó la más baja (29.15°C).

Durante un año de análisis (8,760 horas), se encontró que la recámara, la sala principal y el acceso presentaron 8,366 horas de desconfort térmico sobre la zona de confort, es decir, el 95.5% del tiempo. La cocina fue el espacio con menos horas de desconfort (7,424 horas) sobre la zona de confort, aún considerando la actividad realizada en dicho espacio, y la posible causa es que esta área está cubierta con teja. Los datos proporcionan un panorama numérico del comportamiento real de los niveles de temperatura y al interior de la vivienda.

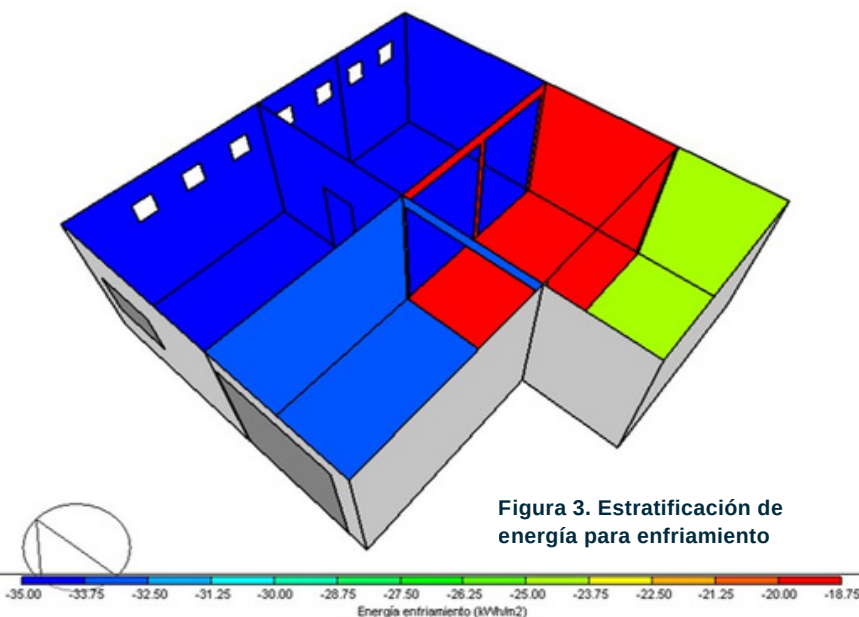


Figura 3. Estratificación de energía para enfriamiento

Para alcanzar condiciones de confort térmico, se estimó que se requerirían 16,347.9 kWh anuales, es decir como si se usara un acondicionamiento mecánico para dar confort al interior la vivienda. Dividido por áreas los requerimientos son: recamara 313.2 kWh, sala principal 315.1 kWh, acceso 292.6 kWh, comedor 184.9 kWh y cocina 224.4 kWh (ver Figura 3); lo que representaría un costo aproximado de \$58,035.05 pesos al año, considerando la tarifa 1C de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) del mes de marzo de 2024. Considerando las economías de la zona significaría un gasto mensual de \$4,836.25 pesos, monto incosteable para los usuarios, por lo que usar sistemas de acondicionamiento no sería factible; una posible solución sería aplicar estrategias de diseño bioclimático

Conclusión

La vivienda analizada no cumple con las condiciones necesarias para brindar confort térmico a sus habitantes de manera pasiva, lo que implicaría la posibilidad de recurrir a sistemas mecánicos de climatización. Sin embargo, dado que la zona de estudio presenta altos índices de marginación y pobreza energética, estos sistemas resultan inaccesibles para la mayoría de los habitantes.

Una posible solución radica en implementar estrategias de diseño pasivo, como el uso de materiales térmicamente eficientes, la optimización de la ventilación natural y la incorporación de techos verdes o sistemas de sombreado. Estas medidas podrían reducir significativamente las temperaturas interiores y mejorar el confort térmico sin incrementar el consumo energético. Además, es fundamental que las políticas públicas incluyan a las comunidades rurales y de alta marginación para garantizar el acceso a servicios energéticos básicos y promover la construcción de viviendas sustentables.

En conclusión, abordar la pobreza energética y mejorar el confort térmico en las viviendas rurales requiere un enfoque integral que combine diseño arquitectónico adecuado, uso de materiales locales y sostenibles, así como, políticas públicas inclusivas. Solo de esta manera se podrá garantizar una mejor calidad de vida para los habitantes de estas comunidades y contribuir al desarrollo sostenible del país.



Referencias

1. Secretaría de Energía, Balance Nacional De Energía 2023, Sistema de Información Energética (SIE), 2025, <https://sie.energia.gob.mx/inicio/#/>.
2. Asociación Civil Alihuen, Organización Ambientalista No Gubernamental N° 8 -Personería jurídica N° 1378.
3. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), Calculador de equivalencias de gases de efecto invernadero, <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculador-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero#results>.
4. Elshafei, G., Vilcekova, S., Zelenakova, M., & Negm, A. M. (2021). Towards an Adaptation of Efficient Passive Design for Thermal Comfort Buildings. *Sustainability*, 13(17), 9570. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su13179570>.
5. Sánchez Carmen -Guevara Sánchez, Anna Mavrogianni, Fco. Javier Neila González, On the minimal thermal habitability conditions in low income dwellings in Spain for a new definition of fuel poverty, *Building and Environment*, Volume 114, 2017, Pages 344-356, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.029>.
6. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Presentación de resultados, Censo de población y vivienda 2020, www.inegi.org.mx
7. NORMA Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, Envoltente de edificios para uso no habitacional.
8. NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones, Envoltente de edificios para uso habitacional.
9. Santillán, O. S., Cedano, K. G. y Martínez, M. (2020). "Analysis of Energy Poverty in 7 Latin American Countries Using Multidimensional Energy Poverty Index". *Energies* 2020, 13 (1608). DOI: 10.3390/en13071608.
10. Programas Nacionales Estratégicos Energía Y Cambio Climático (PRONACES ECC), Sistemas energéticos rurales sustentables, Conacyt 2022, Editorial Taller hojarasca.
11. Comisión Nacional Del Agua, Coordinación General Del Servicio Meteorológico Nacional, https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Diarios/oax/dia20149.txt

