

Propuesta de vivienda bioclimática y eficiencia energética en Centro histórico de Oaxaca

Proposal for bioclimatic and energy-efficient housing in the Historic Center of Oaxaca

Ana Luisa Aguilar Osante
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO)
Correo: anaaosante@gmail.com

Naoki Enrique Solano García
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Correo: naoki@fa.unam.mx

Heidy Gómez Barranco
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO)
Correo: arq.heidy.gb@gmail.com

Raúl Pavel Ruíz Torres
Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH)
Correo: raul.ruiz@unach.mx



Fecha de recepción: 05/11/2025
Fecha de aceptación: 10/12/2025
<https://doi.org/10.25009/e-rua.v18i09.328>

Resumen

El presente artículo tiene por objetivo desarrollar una propuesta de vivienda bioclimática y eficiencia energética en Centro Histórico de Oaxaca, a través del análisis y aplicación de estrategias bioclimáticas, para reducir el consumo energético, tomando como caso de estudio un inmueble en mal estado perteneciente al centro histórico de Oaxaca. El método de trabajo es cuantitativo y experimental, para ello, se realiza un análisis climático, se desarrollan y seleccionan estrategias bioclimáticas y se evalúan a través de la simulación energética en el programa Energy Plus. El resultado de la investigación concluye en que el diseño bioclimático contribuye a que la temperatura interior alcance confort térmico, y a su vez, se desarrolle eficiencia energética, así como, ahorro en consumo energético para enfriamiento. Es trabajo del arquitecto pensar en propuestas arquitectónicas que se adapten al medio en el que vivimos y que busquen prepararse ante las adversidades del futuro.

Palabras Clave:

Bioclimática, simulación energética, eficiencia energética.

Abstract:

The purpose of this article is to develop a proposal for bioclimatic housing and energy efficiency in the Historic Center of Oaxaca through the analysis and application of bioclimatic strategies to reduce energy consumption, using as a case study a deteriorated building located in Oaxaca's historic center. The methodology is quantitative and experimental; it includes a climate analysis, the development and selection of bioclimatic strategies, and their evaluation through energy simulation using the EnergyPlus software. The results of the research conclude that bioclimatic design helps indoor temperatures reach thermal comfort and, in turn, improves energy efficiency and reduces energy consumption for cooling. It is the architect's task to conceive architectural proposals that adapt to the environment in which we live and seek to prepare for the challenges of the future."

Keywords:

Bioclimatic design, energy simulation, energy efficiency.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No-Comercial 4.0 Internacional

Introducción

Ante el evidente cambio climático en nuestro país, la temperatura ha ido en incremento y los fenómenos meteorológicos extremos cada vez son más comunes. Asimismo la entidad de Oaxaca, presenta un alto índice de vulnerabilidad ante el cambio climático según estudios del Programa Estatal del cambio climático (2016).

Con datos de la Encuesta Nacional sobre consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI), realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018), se encontró que el 45% de las viviendas particulares ubicadas en localidades urbanas utilizan ventiladores, y por otra parte, la región climática tropical, presenta un 12.4% de viviendas con equipos de aire acondicionado.

Con los datos mencionados anteriormente, se identifica que, al usar equipos para enfriamiento y calefacción, existe una problemática en el interior de las viviendas en nuestro país, debido a que se visualiza una búsqueda por alcanzar el confort térmico debido a las condiciones climáticas actuales. Es por ello que el diseño de la vivienda actual debe de responder a una adaptación ante el cambio climático y el alza de las temperaturas. A través del análisis climático y desarrollo de estrategias bioclimáticas, para así reducir el consumo de energía eléctrica para confort térmico, de esta manera, se propone un diseño bioclimático el cual contribuye a la habitabilidad del proyecto.

Por otra parte, el Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca, al ser patrimonio mundial de la humanidad. Se encuentra regulado por diferentes normativas, las cuales procuran el conservar las edificaciones. Sin embargo, dichos reglamentos y normativas no contemplan el uso de diseño bioclimático y eficiencia energética para diseño de los inmuebles.

Se toma como caso de estudio el inmueble ubicado en la Calle de Colón núm. 211, perteneciente al centro histórico de Oaxaca; este se encuentra actualmente en mal estado de conservación y representa un peligro para los peatones y la ciudadanía en general. La propuesta de vivienda se realiza como apoyo social para una familia del Centro Histórico.

Por lo tanto, el objetivo es desarrollar una propuesta arquitectónica a través de diseño bioclimático y eficiencia energética, a través del análisis y aplicación de estrategias bioclimáticas, para reducir el consumo energético, tomando como caso de estudio un inmueble en mal estado perteneciente al centro histórico de Oaxaca.

Métodos

La propuesta de vivienda bioclimática y eficiencia energética se desarrollará para el caso de estudio, Casa Colón número 211 esquina Fiallo, perteneciente al primer cuadrante del Centro Histórico de la ciudad de Oaxaca.

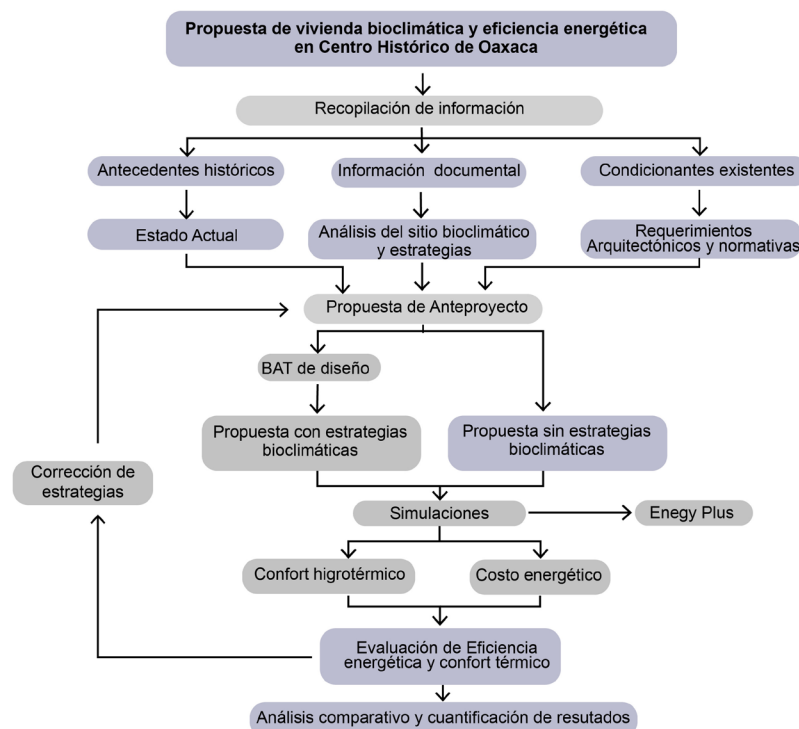


Figura 1. Diagrama del método de trabajo

El artículo tendrá un tipo de investigación mayormente cuantitativa y en menor medida cualitativa. Asimismo, tendrá un enfoque descriptivo, y, por otra parte, tendrá una fase experimental en la que se realizará la evaluación de los datos obtenidos para obtener confort térmico, eficiencia energética y otros objetivos planteados en la investigación.

La metodología que se seguirá está basada en la metodología de diseño Bioclimático del autor David Morillón, descrita en el libro de “Apuntes de arquitectura bioclimática” (2022), se iniciará con la recopilación de información documental, así como también de antecedentes históricos y el análisis de la normativa existente.

A continuación, se realizará el análisis bioclimático del sitio (figura 1) y se determinarán las estrategias bioclimáticas a través del “Bioclimatic Analysis Tool” (BAT). Después se elaborará un anteproyecto y se seleccionarán las estrategias que se adecuen a la normativa existente del Centro Histórico de Oaxaca.

Después se desarrollarán dos propuestas, una con estrategias bioclimáticas, en donde se contemplarán las variables de control (temperatura), y otra propuesta sin estrategias bioclimáticas, las cuales se simularán en el programa Energy Plus con la interfaz gráfica de usuario llamada Euclides para Sketchup, derivado de estas simulaciones se analizará la variable respuesta temperatura.

Finalmente se realiza el análisis comparativo y cuantificación de resultados, para poder determinar si la propuesta con estrategias bioclimáticas y eficiencia energética realmente conlleva un ahorro en consumo energético y un parámetro de confort higrotérmico que favorezca la habitabilidad dentro de la vivienda.

Estado Actual del Inmueble

El inmueble en donde se realizará la propuesta de vivienda se encuentra ubicada en la calle de Colón núm. 211 (figura 2) esquina con la calle de Fiallo, este pertenece al primer cuadrante del centro histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez.

Actualmente el inmueble es catalogado por el INAH como monumento histórico, descrito en la ficha de catálogo nacional de monumento histórico Inmueble con clave 200670010153; se asume que el inmueble pertenece a la época construcción del siglo XIX; en el año 1909 se consideraba como inmueble antiguo y era propiedad de Porfirio Esquerre.



Figura 2. Croquis de localización del inmueble, basado en el mapa de Google Maps.

En esta misma ficha describe que el uso original del inmueble era casa habitación, y, por otra parte, expone que tanto muros, fachada y cubierta se encuentran en mal estado de conservación, como se puede observar en la figura 3.



Figura 3. Croquis de localización del inmueble, basado en el mapa de Google Maps.

Actualmente la fachada del inmueble se encuentra acordonada con cintas de precaución debido al estado del inmueble, y se colocaron dos oficios, en el primero, la Dirección del centro Histórico y patrimonio histórico exhorta a que se tomen medidas necesarias para intervenir el inmueble, ya que se encuentra en la lista de inmuebles considerados en mal estado. El segundo oficio es una “Notificación sobre estado estructural del inmueble”, en el cual, la Dirección de Protección Civil, identifica al inmueble presenta daños estructurales evidentes, los cuales podrían presentar un riesgo tanto para sus ocupantes como para peatones, vehículos y edificaciones colindantes. Para realizar el análisis climático y estudio higrotérmico, se utiliza la herramienta “Bioclimatic Analysis Tool” o por sus siglas en inglés (BAT), realizada por los coautores/desarrolladores D. Julio Cesar Rincón Martín y el Arq. Víctor A. Fuentes Freixanet; esta es

una herramienta en el que se ingresan datos e información relevante para graficar y calcular características climáticas (Martínez & Freixanet, 2014).

En la herramienta BAT, se ingresaron datos de la Normal Climatológica de Oaxaca de Juárez de la estación meteorológica número 20079, localizada en la latitud 17.08305556 ° y la longitud -96.70972222 °, con una altura de 1594 msnm, con datos provenientes de la página de la CONAGUA (2024), de la base de datos climatológica nacional; con datos del periodo del año 1991 al año 2020.

Para el análisis climático de la temperatura, con los datos que se registraron de la normal climatológica en el BAT (Bioclimatic Analysis Tool), se puede observar que esta se encuentra entre un rango de promedio de temperatura mínima anual de 11.8 ° C y un promedio de temperatura máxima anual de 33.8 °C, teniendo una media de 22.5° C anual.

El rango de confort térmico se basa en la temperatura efectiva estándar que menciona el autor Víctor A. Freixanet (2009), con un rango de 22.2 a 25.6 ° C. En el gráfico de temperatura de la figura 4, se puede observar que la temperatura promedio máxima sobrepasa el rango de confort térmico que se sobrepone en color amarillo, mientras que la temperatura promedio mínima por otro lado se encuentra muy por debajo del mismo rango de confort. Lo que indica que influirá en el desarrollo de estrategias bioclimáticas para tener espacios habitables en el interior de la vivienda.

Para obtener la humedad relativa de la ciudad de Oaxaca en la herramienta de análisis bioclimático (BAT) se usaron igual los datos de la normal climatológica. Se obtuvo la gráfica de humedad relativa que se muestra en la figura 4, en esta se delimita el rango de confort térmico con un Límite superior

de la zona de confort (ZCs) de la humedad de 70.0% Relativa, mientras que el límite inferior de este rango se encuentra en 30%. Con ello se observa que la media se encuentra en el rango de confort térmico en la mayoría de los meses, a excepción del mes de septiembre en el que sobrepasa el límite superior.

Selección de estrategias bioclimáticas

Para desarrollar y seleccionar las estrategias bioclimáticas, se utilizó la tabla de Mahoney que nos proporciona el BAT, la carta psicométrica de B. Givoni y el documento “Estrategias de diseño arquitectónico con enfoque Bioclimático” de la CONAVI, que a continuación se presentan: De la Tabla de Mahoney se retoman las estrategias como ventilación temporal con locales de doble galería, tamaño de aberturas pequeñas 20-30%, y muros masivos con retardo térmico.

A continuación, de la Carta Psicométrica de B. Givoni se retoman las estrategias bioclimáticas de sombreado de ventanas, alta masa térmica y enfriamiento por ventilación natural.

Por último, del documento de Estrategias de diseño arquitectónico con enfoque Bioclimático se retoman las estrategias bioclimáticas de losas de entrepiso y cubierta dispuesta de 2.8 metros, masividad en la cubierta, vanos en sentido vertical, muros masivos de tabique rojo recocido, y acabados con impermeabilizantes blanco y pintura en colores claros(CONAVI, 2022).

Estas estrategias de diseño bioclimático son representadas en el esquema de la figura 7, se seleccionaron de acuerdo a que tanto se pueden adaptar a la propuesta de vivienda y de igual manera, estas respeten la normativa del centro histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez.

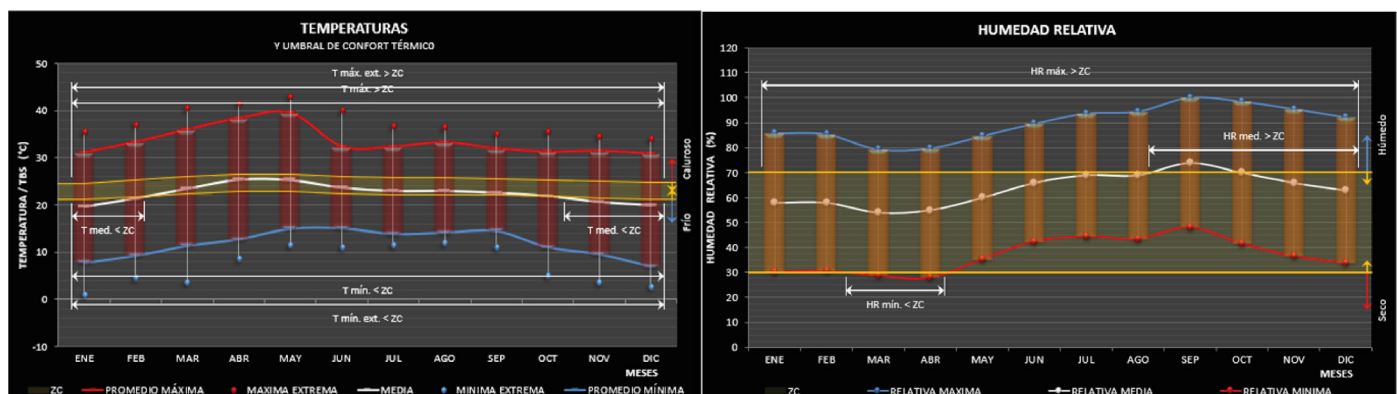


Figura 4. Croquis de localización del inmueble, basado en el mapa de Google Maps.

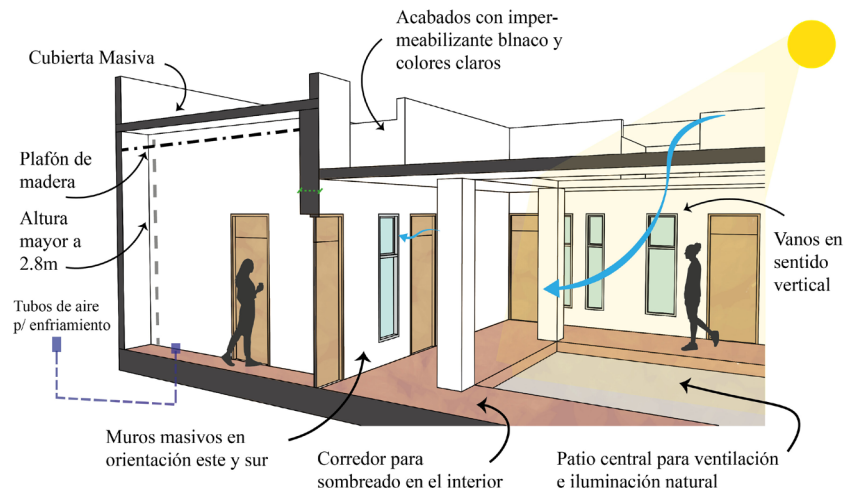


Figura 5. Esquema de selección de estrategias bioclimáticas

Propuesta de vivienda con diseño bioclimático y eficiencia energética

La propuesta de anteproyecto de la vivienda con diseño bioclimático y eficiencia energética se desarrolló a través de la selección de estrategias bioclimáticas que son compatibles con la normatividad del centro histórico de Oaxaca. También se propone un patio central parte de la tipología de las casas tradicionales de la ciudad de Oaxaca, como lo menciona la Autora Arq. Dora Cecilia Aceves, esto para iluminar y ventilar la casa con un corredor que rodee dicho espacio como se muestra en la figura 6, y con habitaciones en sucesión, con ventanas hacia dicho corredor el cual se busca provoque sombreado, pero con ventilación natural.

De igual manera, se agregaron patios interiores para dar iluminación y ventilación natural a las recamaras, lo que contribuye a cumplir con el porcentaje de área libre descubierta que solicita el municipio para casa habitación.

En cuanto a la propuesta de fachadas (figura 7), se respetó la altura original del inmueble, así como, se respeta la proporción en sentido vertical de vanos, con un 25 % del área total de la fachada, entre otros aspectos que se consideraron, debido a que pertenece al centro histórico de Oaxaca.

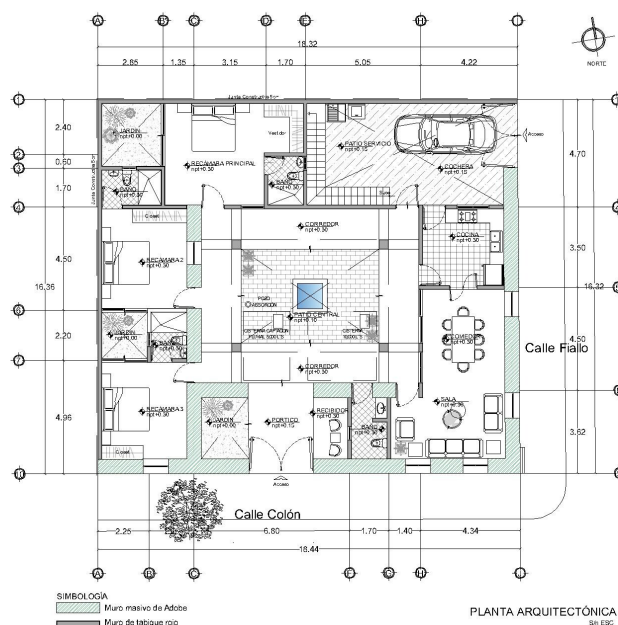


Figura 6. Propuesta de planta arquitectónica.

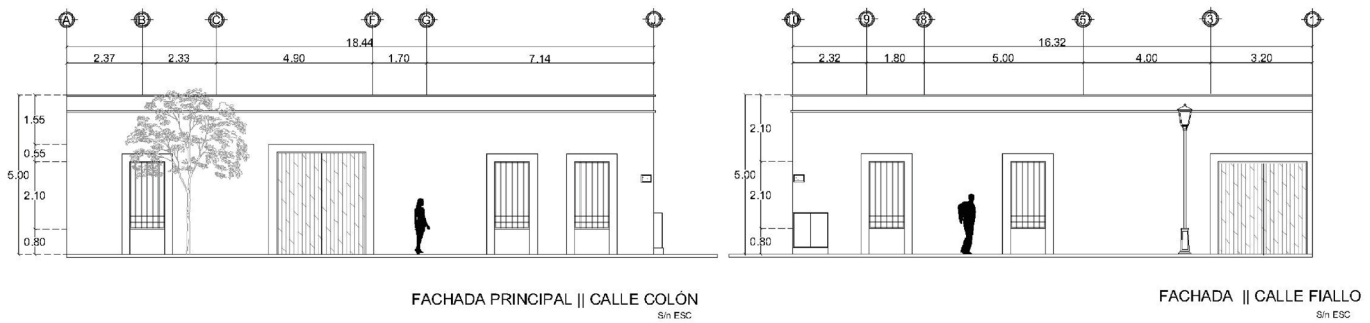


Figura 7. Propuesta de fachadas, arriba: fachada en la calle de Colón; y abajo: fachada en la calle de M. Fiallo, elaborado por el autor.

Simulación de estrategias bioclimáticas

Para llevar a cabo la simulación energética de la propuesta de vivienda, se modeló el anteproyecto (figura 8) en 3D en el programa SketchUp con Energy plus y el plugin de Euclides. En este modelado se representa volumetría, alturas y vanos de cada espacio de la vivienda.

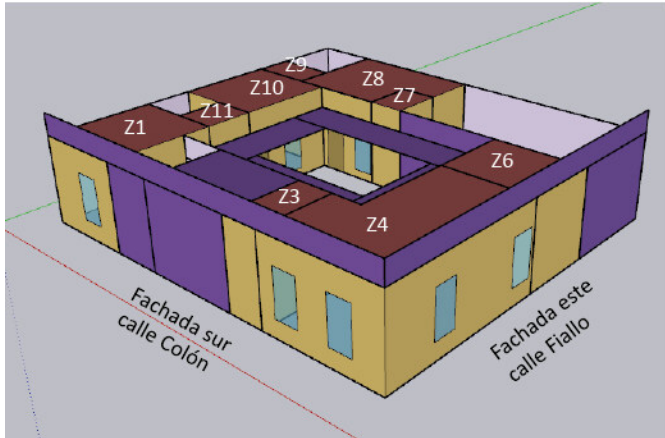


Figura 7. Modelado de la propuesta de la casa Colón 211 con Energy Plus e interfaz Euclides.

Se identifica cada espacio de la vivienda como una zona térmica, dentro del programa Energy Plus, tal y como se muestra en el cuadro 1.

Asimismo, para poder realizar las simulaciones de una propuesta con sistema constructivo sin estrategias, así como la propuesta que contenga diseño bioclimático con estrategias bioclimáticas, requiere de orden para poder llevarse a cabo, y por ello, se presenta en el cuadro 2 la nomenclatura de los materiales a usar para las simulaciones.

En el cuadro 3 se describen los elementos constructivos que se utilizaran para simular el sistema constructivo predominante en la actualidad (sin estrategias) y también se describen los elementos constructivos para la propuesta con estrategias bioclimáticas.

Para realizar la simulación, se utilizaron las características

de los materiales de la tabla 4, en la cual se presentan cada uno de ellos con su nomenclatura, espesor y características, como densidad, conductividad térmica y calor específico, entre otros. Esta tabla fue obtenida de la NOM 020-ENER-2011, así como del Capítulo “Evaluación térmica y energética en vivienda urbana remodelada con estrategias bioclimáticas en clima cálido subhúmedo” del autor el Dr. Raúl Ruiz Torres.

Cuadro 1. Zonas del modelado en Energy Plus

| Zona Térmica | Nombre del espacio |
|--------------|--------------------|
| Z1 | Recámara 3 |
| Z3 | Baño |
| Z4 | Sala y comedor |
| Z6 | Cocina |
| Z7 | Baño |
| Z9 | Recámara principal |
| Z9 | Baño |
| Z10 | Recámara |
| Z11 | Baño |

Cuadro 2. Nomenclatura de Materiales para las simulaciones.

| Código | Tipo de material | Material |
|--------|------------------|---|
| TRR | Opaco | Tabique rojo recocido común al exterior |
| CA | | Concreto armado |
| MCA | | Mortero Cemento arena |
| ADB | | Bloque de adobo al exterior |
| YES | | Aplanado de Yeso |
| MCE | | Mortero de cal al exterior |
| MAD | | Madera de pino |
| MCI | | Mortero de cal al interior |
| PLAMAD | | Plafon de madera |
| VID | Transparente | Vidrio sencillo |

Cuadro 3. Elementos del sistema constructivo predominante en la actualidad, sin estrategias bioclimáticas.

| SISTEMA CONSTRUCTIVO | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Tipo | Elememento constructivo | Material de exterior a interior |
| Vivienda sin estrategias | Muros exteriores e interiores | MCA+TRR+MCA |
| | Losa de concreto armado | IMPB+MCA+CA+MCA |
| | Entrepiso | LOSC+MCA+CA |
| | Puertas | MAD |
| | Ventanas | VID |
| vivienda con estrategias bioclimaticas | Muros masivos en exterior | MCA+ MCE+ADB+MCI+MCA |
| | Muros masivos en interior | MCA+ MCE+ADB+MCI+YES |
| | Muros interiores | MCA+TRR+YES |
| | Cubierta de vigería de madera | IMPB+MCA+TRR+MAD+PLAMAD |
| | Entrepiso | LOSC+MCA+CA |
| | Puertas | MAD |
| | Ventanas | VID+AIR+VID |

Cuadro 4. Características de los materiales, varios autores..

| Código | Material | Espesor | Densidad kg/m3 | Conductividad térmica (λ) W/ mK | C a l o r Específico (J/kgK) | Transmisión solar | Transmisión solar directa |
|--------|---|---------|----------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|
| TRR | Tabique rojo recocido común al exterior | 0.14 | 2,000 | 0,872 | | | |
| CA | Concreto armado | 0.1 | 2,300 | 1,740 | *920 | | |
| MCA | Mortero cemento arena | 0.02 | 1,860 | 0.72 | *840 | | |
| ADB | Bloque de adobe al exterior | 0.6 | | 0.93 | | | |
| YES | Aplanado de Yeso | 0.02 | 800 | 0,372 | | | |
| MCE | Mortero de cal al exterior | 0.02 | | 0,872 | | | |
| MAD | Madera de pino | 0.15 | 663 | 0,162 | 2,512 | | |
| LOSC | *Loseta de cerámica | *0.01 | *2,300 | *1.3 | *840 | | |
| IMPB | *Impermeabilizante blanco | *0.001 | *1,500 | *0.35 | *1,300 | | |
| MCI | Mortero de cal al interior | 0.02 | | 0,698 | | | |
| VID | Vidrio sencillo | 0.01 | 2,200 | 0,930 | 0.9 | *0.861 | *0.837 |
| *AIR | Espacio de aire entre sistemas opacos | *0.003 | *0.18 | | | | |

Datos tomados de la NOM 020-ENER-2011
*Datos tomados del Capítulo "Evaluación térmica y energética en vivienda urbana remodelada con estrategias bioclimáticas en clima cálido subhúmedo" del autor el Dr. Raúl Ruiz Torres. (Ruiz Torres, 2023)

Se seleccionó el día 13 de abril como el día típico más caluroso, este se visualizó a través de la aplicación de Data View de Andrew Marsh con el archivo EPW de Oaxaca-Xoxocotlán. A continuación, se presentan las gráficas de las dos simulaciones que se realizaron.

En la figura 9 se presenta la gráfica de resultados sin estrategias bioclimáticas del día 13 de abril, en la que se puede identificar que en un horario de 4:00 a 12:00 hrs, la temperatura se encuentra dentro los parámetros establecidos de zona de confort térmico con un límite superior de 27.5°C y un límite inferior de 22.5°C, por lo que se puede concluir que se requieren estrategias bioclimáticas para poder obtener mejores resultados de confort térmico.

Mientras que en la figura 10, se muestra la gráfica de resultados de la simulación con estrategias bioclimáticas para el día 13 de abril. En dicha grafica (figura 10), se puede visualizar que la temperatura en la mayoría de zonas térmicas, se encuentra dentro de los límites de confort térmico, en los horarios de 10:00 a 14:00 hrs y de 22:00 a 3:00hrs. Por lo tanto, se demuestra que, a través del uso de las estrategias seleccionadas, la temperatura interior se acerca más a la zona de confort.

Resultados

En cuanto a los resultados se evalúan ambas propuestas, para el día típico más caluroso, el 13 de abril. Primero se muestra la Gráfica de Superávit de grados día por zona térmica, para la simulación sin estrategias bioclimáticas (figura 11). En esta se visualiza que el superávit en las zonas z1, z4, z6, z8, z10 y z11, superan los 50 grados día. Por lo que se puede interpretar que se requieren de estrategias para el enfriamiento de dichos espacios, para reducir los grados día.

Al comparar la Gráfica de Superávit de grados día por zona térmica, para la simulación con estrategias bioclimáticas (figura 12), del día 13 de abril. Se puede visualizar que gracias al uso de estrategias bioclimáticas se logra reducir los grados día de las zonas térmicas.

Por último, para finalizar la evaluación del diseño bioclimático, se presenta en el cuadro 5, el porcentaje de reducción de temperatura entre ambas simulaciones, considerando los datos de la gráfica de superávit para el día 13 de abril.

En el cuadro 5, se puede observar que hubo una reducción de temperatura notable, desde el 14% en la zona z3 hasta un 39.08% en la zona z7. Con ello queda claro, que las

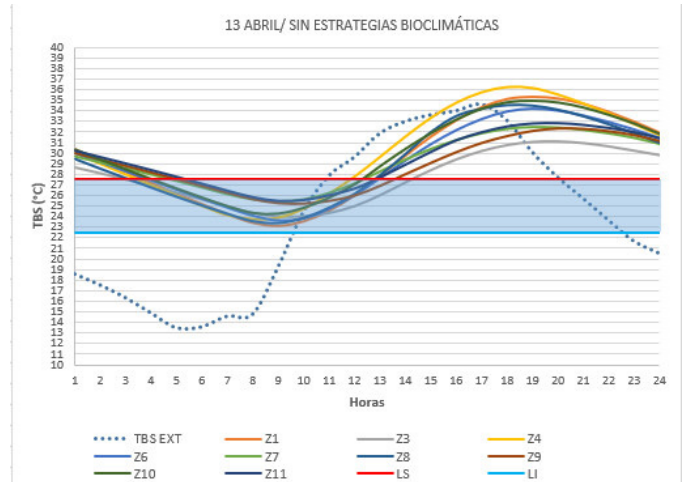


Figura 9. Gráfica de resultados del 13 de abril, sin estrategias bioclimáticas, elaborada con la Plantilla de resultados del Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres.

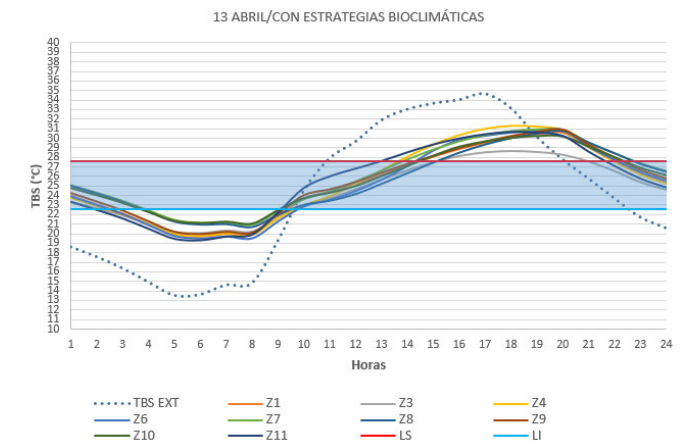


Figura 10. Gráfica de resultados del 13 de abril, con estrategias bioclimáticas, elaborada con la Plantilla de resultados del Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres.

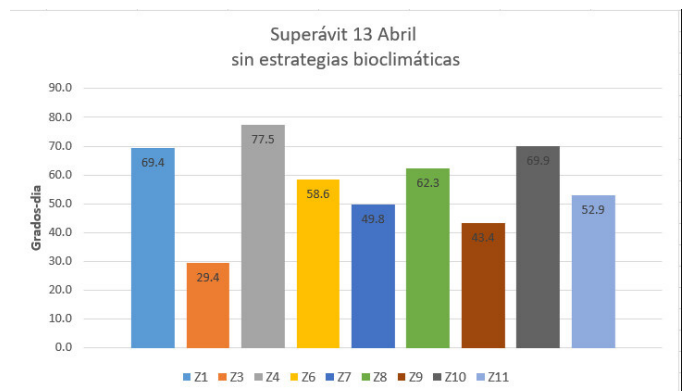


Figura 11. Gráfica de superávit del 13 de abril, sin estrategias bioclimáticas, elaborada con la Plantilla de resultados del Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres.

estrategias bioclimáticas funcionan en este caso para reducir la temperatura y acercarse a la zona de confort térmico, que se tenía por objetivo. Asimismo, se puede deducir que, al reducir la temperatura en el interior de las zonas térmicas, se reduce de manera directa la necesidad de requerimiento de sistemas artificiales para el enfriamiento.

Para el cálculo de consumo energético requerido para enfriamiento de los espacios se retoman las zonas térmicas de la tabla 1: zonas del modelado en Energy Plus, así como también se expresa el área por cada espacio del anteproyecto, para poder elegir la capacidad adecuada del equipo de enfriamiento en la tabla 6, utilizando los datos del artículo “¿Cuáles son los mejores minisplits del 2025?”(2025).

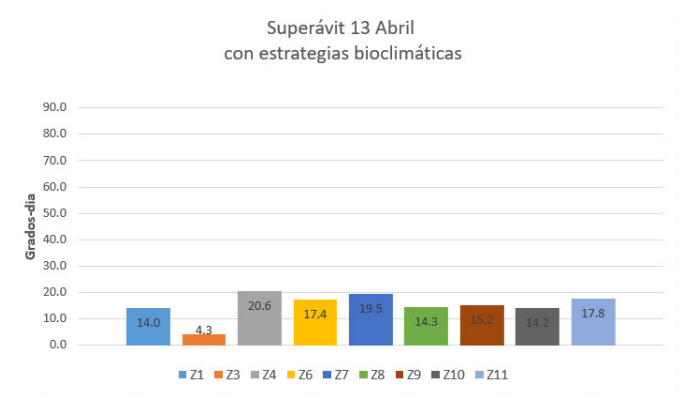


Figura 12. Gráfica de superávit del 13 de abril, sin estrategias bioclimáticas, elaborada con la Plantilla de resultados del Dr. Raúl Pavel Ruiz Torres.

Cuadro 5. Porcentaje de reducción de temperatura entre las simulaciones sin y con estrategias bioclimáticas.

| PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TEMPERATURA (%) | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Z1 | Z3 | Z4 | Z6 | Z7 | Z8 | Z9 | Z10 | Z11 |
| 20.16 | 14.78 | 26.56 | 29.78 | 39.08 | 22.97 | 35.03 | 20.33 | 33.64 |

| Propuesta | Zona Térmica | Área (m2) | Capacidad (BTU) | Tonelada | Consumo energético máximo (W) | Horas enfriamiento | total de consumo por día (W) | Total de consumo mensual (W) | Ahorro del consumo energético por enfriamiento (%) |
|-------------------------------|--------------|-----------|-----------------|----------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| Sin estrategias | z1 | 15.64 | 12,000 | 1 | 1,000* | 12 | 12,000 | 360,000 | N/A |
| | z4 | 30.24 | 18,000 | 1.5 | 1,600* | 12 | 19,200 | 576,000 | N/A |
| | z8 | 22 | 18,000 | 1.5 | 1,600* | 12 | 19,200 | 576,000 | N/A |
| | z10 | 16 | 12,000 | 1 | 1,000* | 12 | 12,000 | 360,000 | N/A |
| Con estrategias bioclimáticas | z1 | 15.64 | 12,000 | 1 | 1,000* | 8 | 8000 | 240,000 | 33.33 |
| | z4 | 30.24 | 18,000 | 1.5 | 1,600* | 8 | 12,800 | 384,000 | 33.33 |
| | z8 | 22 | 18,000 | 1.5 | 1,600* | 8 | 12,800 | 384,000 | 33.33 |
| | z10 | 16 | 12,000 | 1 | 1,000* | 8 | 8,000 | 240,000 | 33.33 |

*con información de la pagina mirage.mx (V32,s/f)

Para obtener el tiempo que se requiere para enfriamiento del inmueble, cuando la temperatura no se encuentra en los límites de confort térmico, se obtienen los datos de la figura 9: Gráfica de resultados sin estrategias. Se observa en la gráfica que en un horario de 14:00 a 2:00 hrs, es decir, en 12 horas, no hay un confort térmico, por lo que se podría utilizar enfriamiento como medida artificial.

Asimismo, se retoma la figura 10: Gráfica de resultados con estrategias bioclimáticas, en donde podemos observar que de las 14:00 a las 21:00 hrs, existe un disconfort térmico,

siendo 8 horas las que se podría requerir del uso de un aparato de enfriamiento, como medida artificial.

En la tabla 6: Consumo energético por zona térmica, se presenta el consumo energético máximo por cada equipo de enfriamiento. Se seleccionó el equipo minisplit modelo V32 de la marca “mirage”, para poder realizar el cálculo, con capacidad de enfriamiento de 1 y 1.5 toneladas.

Con los resultados obtenidos del total de consumo por día en la tabla 6, al comparar ambas propuestas, reduce

el consumo energético para enfriamiento en la propuesta con estrategias bioclimáticas. El total de ahorro de consumo energético por enfriamiento, es del 33.33%, al comparar el consumo energético de la propuesta sin estrategias con la propuesta realizada con estrategias bioclimáticas.

Discusión

La propuesta de vivienda en el Centro Histórico es desarrollada con diseño bioclimático y eficiencia energética, siguiendo la metodología que se propuso, se simulan energéticamente dos propuestas (sin estrategias y con estrategias bioclimáticas), esto con la finalidad de evaluar el funcionamiento del diseño bioclimático.

Al evaluar los resultados de consumo energético (tabla 6), que se obtuvieron a través de las gráficas de Superávit por grados día (figura 11 y 12), se demuestra que, al aplicar diseño bioclimático a la propuesta de vivienda, se obtiene un ahorro de consumo energético del 33.33% para el caso de estudio que se investiga en este artículo, y con ello se cumple el objetivo de la investigación.

Con dichos resultados, se puede decir que la propuesta es eficiente energéticamente, debido a que se reduce el consumo de energía empleado para el enfriamiento de los espacios de la propuesta, en los horarios que la temperatura no se encuentra en la zona de confort térmico. Además, se concluye en que el diseño bioclimático con sistemas pasivos, contribuyen en mayor medida a mejorar la sensación de confort térmico. Es por ello que, se debe de incluir en los procesos de diseño arquitectónico, para generar propuestas que, a consecuencia, producirán un efecto de inversión debido al ahorro económico que pueden generar, al ser correctamente empelados.

Este estudio se limito al mes de abril, debido a que en este mes se encuentra el día típico más caluroso (basado en el archivo EPW de Oaxaca-Xoxocotlán), en cuanto a la investigación de meses restantes se requiere mayor investigación. Y abre más camino a la búsqueda por incluir diseño bioclimático y eficiencia energética en áreas de la arquitectura en las que no se suele contemplar, como por ejemplo el Centro Histórico de Oaxaca.

Conclusiones

En conclusión, el diseño bioclimático y la eficiencia energética, son un acierto al diseño arquitectónico, lo que debemos de tomar en cuenta para realizar las propuestas, debido a que su uso, viéndolo como una inversión a futuro, nos representa

mejor calidad de vida en los interiores de la vivienda, a su vez un ahorro energético y sobre todo económico.

En el centro histórico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, no esta reglamentado el uso de eficiencia energética y diseño bioclimático, por lo que se podría considerar una limitante en el proyecto arquitectónico. Pero por ello es un reto implementarlo, y esta investigación comprueba que es posible incluirlo siguiendo la normativa actual.

Existen otras pruebas que se pueden implementar para hacer una propuesta bioclimática y con eficiencia energética, tales como, simulación energética, estudios de asoleamiento e iluminación natural, análisis de trayectoria solar, para la fase de diseño, y ensayos técnicos In- situ, para la fase de diagnóstico y validación, algunos de ellos son termografía infrarroja, monitoreo de la calidad de aire, monitoreo de confort higrotérmico y medición del confort acústico.

El uso de pruebas en arquitectura bioclimática es fundamental para validar que los diseños aprovechen el entorno para generar confort térmico y eficiencia energética, pero sobre todo nos proporcionan un panorama más amplio para tomar decisiones a favor de los habitantes de la vivienda.

Adaptarse al futuro, es la respuesta ante el cambio climático, prever antes como herramienta de inversión, representa que la arquitectura debe de ser encaminada nuevas formas de diseño, en las que se vea más allá del presente.

Referencias

CONAVI. (2022). Estrategias de diseño arquitectónico con enfoque Bioclimático. Comisión Nacional de Vivienda. <https://siesco.conavi.gob.mx/doc/tecnicos/disenio/Estrategias%20de%20Dise%C3%B1o%20Arquitectonico.pdf>

Fuentes, V. A. (2009). Modelo de análisis climático y definición de estrategias de diseño bioclimático para diferentes regiones de la República Mexicana [Universidad Autónoma Metropolitana (México). Unidad Azcapotzalco.]. <https://zaloamati.azc.uam.mx/items/545104bd-0b75-430a-a7e9-dd2ba79e5143>

Fuentes, V. A. (2022). Apuntes de arquitectura bioclimática. Universidad Autónoma Metropolitana (México). <https://hdl.handle.net/11191/9688>

INEGI. (2018). Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI) 2018. INEGI.

<https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>

Martínez, J. C. R., & Freixanet, V. A. F. (2014). Bioclimatic Analysis Tool: An Alternative to Facilitate and Streamline Preliminary Studies. *Energy Procedia*, 57, 1374–1382. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.128>

Normales Climatológicas por Estado. (2024). CONAGUA. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=oax>

PROFECO. (2025). ¿Cuáles son los mejores minisplits del 2025? - Reseñas y Comparativas. Profeco Online - Reseñas y Comparativas. <https://www.profeco.online/mejores-minisplits/>

Programa estatal de cambio climático de Oaxaca 2016-2022. (2016). Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. https://www.researchgate.net/publication/337568132_PECC-Oaxaca-2016-2022

Ruiz Torres, R. P. (2023). Evaluación térmica y energética en vivienda urbana remodelada con estrategias bioclimáticas en clima cálido subhúmedo. En *Investigación en Arquitectura. PATRIMONIO, ESPACIO HABITABLE Y CONFORT* (Primera Edición, pp. 259–357). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. <http://ellibros.uacj.mx>

V32. (s/f). Recuperado el 22 de noviembre de 2025, de <https://mirage.mx/productos/todo/aire-acondicionado/minisplit/inverter/v32/>