



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD ZACATENCO

**DOCTORADO TRANSDISCIPLINARIO
EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD**

**Vivienda bioclimática sustentable en regiones de
clima cálido árido: implicaciones ambientales,
económicas y sociales.**

Protocolo de investigación que presenta

Blanca Nayelly del Castillo Velasco Martínez

Directores de tesis:

Dr. Yasuhiro Matsumoto Kuwabara

Dr. Miguel Ángel Porta Gándara

México, D.F.

Febrero, 2015

Introducción

En la actualidad nos enfrentamos a un importante problema de deterioro ambiental, generado principalmente por la explotación indiscriminada de recursos y las actividades realizadas para la satisfacción de las necesidades humanas. Las consecuencias de este deterioro son múltiples y de gran alcance, llegando a afectar no sólo de manera local, sino mundial. Este es el caso del calentamiento global actual, provocado por la acumulación excesiva de gases de efecto invernadero. Estos gases se encuentran de manera natural en la atmósfera y son causantes de mantener en nuestro planeta el calor recibido por los rayos del sol; sin embargo, las actividades humanas han aumentado aceleradamente su concentración, lo que provoca el incremento de la temperatura global [7].

Afortunadamente, a través del desarrollo e implementación de tecnologías más limpias y eficientes se puede frenar e incluso mejorar en varios aspectos esta preocupante situación. Sin embargo, para que las sociedades modernas se desenvuelvan en este contexto, son necesarias políticas públicas que permitan el crecimiento del conocimiento científico y apoyen la generación de ideas innovadoras, así como la creación de tecnología adecuada para satisfacer las necesidades de la sociedad de una manera eficaz.

Últimamente se ha observado la existencia de un interés por parte de diversas organizaciones, así como varios sectores de la población en general, respecto al impacto ambiental causado por la forma de vida de las sociedades actuales. Esta preocupación ha desencadenado algunas acciones importantes, en las que se incluye el planteamiento de estudios y técnicas para la comprensión y abordaje de estas consecuencias. En este sentido se han desarrollado distintos

conceptos, entre los que destacan: ciclo de vida, ecodiseño, tecnología limpia, ecología industrial y gestión de la calidad ambiental total [12].

Basado en lo anterior, se ha planteado un modelo de desarrollo ideal llamado sustentable, definido como “aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” [2]. En este modelo se busca un equilibrio entre la sociedad, la economía y el ambiente natural [5, 17]. Al ser ideal, resulta complicado llevarlo a cabo, no obstante es posible avanzar con pequeñas acciones hacia un mundo más armónico.

La construcción de edificios es una de las actividades humanas más demandantes de recursos naturales alrededor del mundo, además de que es responsable de una cantidad importante de emisiones de gases de efecto invernadero. En la tendencia presente, las emisiones de carbono de edificios en todo el mundo alcanzarán 42.4 billones de toneladas en 2035, 43% sobre el nivel en 2007 [16]. Esta actividad resulta devastadora para el ambiente durante su ejecución, pero también mientras los inmuebles son utilizados y al final de su vida útil cuando son abandonados o demolidos [1, 13, 15, 18]. Es posible y necesario aplicar los principios del desarrollo sustentable a la construcción de edificios [6]. Actualmente existe un vasto conocimiento de las características que debe tener una edificación eficiente [8, 14, 19]; sin embargo, la mayoría de las construcciones en todo el mundo se diseñan y elaboran ignorando estos principios.

Un tipo de edificios indispensables en una comunidad son las viviendas, las cuales se entienden como aquellas construcciones dedicadas a la habitación humana [10]. Una vivienda

bioclimática es aquella diseñada de tal modo que sean aprovechadas las condiciones ambientales en beneficio de los habitantes [10]. Si además esta vivienda es sustentable, en su diseño arquitectónico se debe de considerar causar el mínimo impacto ambiental, elegir los materiales más adecuados para su construcción y utilizarlos de manera eficiente, minimizar el consumo de energía, así como integrar un adecuado manejo de residuos [6]. Además, debe de estar integrada en un entorno urbano en el que se desarrolle una vida armoniosa en comunidad y los habitantes mantengan una elevada calidad de vida.

De acuerdo al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores las características que deben de tener las viviendas sustentables son las siguientes [22]:

- *Se ubican cerca de transporte público, escuelas, hospitales, clínicas de salud, tiendas, mercados y centros de trabajo.*
- *Tienen acceso a servicios públicos como: recolección de basura, alumbrado, drenaje y abasto de agua.*
- *Son de un tamaño adecuado y con posibilidades de ampliarse a futuro.*
- *Los materiales con los que están construidas son de buena calidad.*
- *Cuentan con espacios públicos de esparcimiento, por ejemplo: parques, jardines y canchas deportivas.*
- *Quienes viven ahí se organizan en comunidades de vecinos, como comités de administración, vigilancia y mantenimiento.*

En nuestro país la mayoría de las viviendas no cumplen con los requerimientos para considerarse bioclimáticas ni sustentables, lo cual impacta negativamente al ambiente, pero

también a la economía y comodidad de los habitantes. Las viviendas económicas son inadecuadas en su diseño y materiales de construcción, pero también en su tamaño, que es muy reducido para la cantidad de personas que las habitan [9, 11]. De acuerdo a un estudio realizado por el Centro Mario Molina *“en las viviendas de interés social existe una sustentabilidad media-baja, estas viviendas se caracterizan por cumplir con un mínimo de la normatividad nacional y por contribuir a la expansión de las manchas urbanas en México”* [4].

En una casa convencional se utilizan ineficientemente los recursos, gastando mayor cantidad de energía eléctrica, gas y agua de lo que se gastaría en una vivienda con un mejor diseño arquitectónico y sistemas de ahorro. Es importante recalcar que un mayor consumo de recursos genera mayor cantidad de residuos.

Debido a que las viviendas convencionales tienen condiciones térmicas y de iluminación ineficientes, se induce a un gasto energético por el uso de sistemas electromecánicos para mejorar las condiciones del ambiente térmico, así como la extensión en el tiempo de uso de la iluminación artificial [11]. El consumo de electricidad en las casas influye directamente en el aumento de gases de efecto invernadero, puesto que la mayoría de la energía eléctrica en México se produce a partir de la quema de combustibles fósiles.

El consumo de gas en calentadores de agua, también contribuye al calentamiento global, pero podría reducirse considerablemente al utilizar tecnologías que aprovechen la energía solar. En el caso del agua, la falta de dispositivos ahorradores en regaderas, lavabos y sanitarios, resulta

en un gran desperdicio de este líquido; además de que no existe un adecuado manejo, por no decir aprovechamiento, de las aguas residuales de las casas.

La construcción de viviendas sustentables y la implementación de elementos de ahorro de recursos, comúnmente llamados *ecotecnologías*, son temas que están empezando a cobrar importancia en los últimos años en México. Los principales institutos gubernamentales en nuestro país que se enfocan a estas cuestiones son: el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y el Instituto de Vivienda del Distrito Federal (INVI).

Existen algunos programas nacionales que promueven el uso de *ecotecnologías* y la construcción de viviendas sustentables. El más reconocido es la *Hipoteca Verde* creada en 2010 por el Infonavit, con el propósito de que los usuarios disminuyan su consumo de agua, luz y gas [22]. Dos programas más son: *Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables* (DUIS) en el que participan diversas instancias del gobierno [21], y *NAMA Mexicana de Vivienda Sustentable* organizado por la CONAVI [20]. Otra acción relacionada es la instalación de calentadores solares así como sistemas de captación y utilización de agua pluvial, que se llevó a cabo en algunas azoteas de la Ciudad de México y fue impulsada por el INVI [23].

Sin embargo, a pesar de la existencia de estos programas los avances en la materia son lentos, aún se observa que la mayoría de los complejos habitacionales no consideran las características específicas de cada región, pues siguen encontrándose los mismos tipos de

construcciones en todo el país, aún cuando las condiciones climáticas del lugar en el que se encuentran son distintas [11].

A raíz de estas observaciones concernientes a los inconvenientes de la mayoría de las residencias convencionales en México, es oportuno plantear las siguientes preguntas, que motivan el desarrollo de este proyecto: ¿por qué no se presentan avances significativos en el bienestar de los habitantes de las casas económicas o convencionales?, ¿cuáles son los factores que influyen en la carencia de viviendas más adecuadas?, ¿qué tanto contribuye la cultura de la sociedad para mejorar o empeorar esta situación?, ¿qué se necesita para promover y ver realizado un diseño bioclimático y sustentable en las viviendas de este país?, ¿qué políticas públicas hacen falta?, ¿cuál es la participación de los científicos en la implementación de viviendas bioclimáticas?, ¿quiénes son los actores activos en esta situación: el gobierno, las empresas particulares, los habitantes, los científicos o todos ellos?

En este proyecto se proponen las siguientes mejoras para las viviendas localizadas en las regiones de clima cálido árido, con la finalidad de hacerlas más confortables utilizando eficientemente los recursos naturales: persianas inteligentes, instalación de paneles solares y naturación en techos. Estas propuestas están basadas en el concepto de vivienda bioclimática sustentable, en cada una de ellas se consideran los aspectos de eficiencia energética, control térmico y estética visual. Se realizarán los estudios correspondientes para evaluar el impacto económico, ambiental y social de la implementación de estas modificaciones en las viviendas. Se tomará como caso de estudio a la ciudad de La Paz, B.C.S.

Justificación

Actualmente la mayoría de las residencias convencionales en México son construidas sin considerar los principios de la arquitectura bioclimática sustentable. Esto genera una serie de problemas ambientales, económicos y sociales tanto para los usuarios de dichas viviendas, como para el país en general. La construcción de viviendas basada en estos principios, traería consigo beneficios importantes, guiando a la nación hacia un desarrollo sustentable. Por lo tanto, es imprescindible realizar investigaciones enfocadas a la mejora de las viviendas en México.

Hipótesis

La construcción de viviendas bioclimáticas sustentables afecta de manera positiva a los elementos ambientales, económicos y sociales en una comunidad.

Objetivo

Proponer tres mejoras específicas a la construcción de las viviendas localizadas en las regiones de clima cálido árido, para después evaluar el impacto económico, ambiental y social de su implementación.

Metodología

1. Diseño de un prototipo de vivienda que incluya tecnologías existentes de celdas solares, naturación de azoteas y persianas inteligentes.
2. Desarrollo de un modelo matemático para el análisis del comportamiento térmico en el interior de la vivienda.
3. Investigación y propuesta de indicadores para la evaluación del impacto ambiental, económico y social al utilizar las tecnologías propuestas en las viviendas.
4. Estudio del impacto ambiental, económico y social.
5. Investigación de la situación referente a viviendas bioclimáticas sustentables en las regiones de clima cálido árido en México:
 - a. Actores involucrados en el problema de diseño y construcción de viviendas.
 - b. Porcentaje de viviendas sustentables y/o bioclimáticas existentes.
 - c. Planes de desarrollo de vivienda.
6. Estudio de factibilidad para la implementación de las tecnologías propuestas en la ciudad de La Paz, B.C.S.

Cronograma de actividades

Actividad	Semestre							
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
	S2-2013	S1-2014	S2-2014	S1-2015	S2-2015	S1-2016	S2-2016	S1-2017
Cursos académicos	x	x	x					
Presentación de protocolo			x					
Revisión bibliográfica	x	x	x	x	x	x	x	x
Prototipo de vivienda con mejoras				x				
Presentación predoctoral				x				
Desarrollo de modelo matemático				x	x			
Estudio de impacto ambiental						x		
Estudio de impacto económico						x		
Estudio de impacto social						x		
Escritura de artículo						x		
Análisis de factibilidad							x	
Cursos académicos optativos							x	
Análisis de resultados						x	x	
Presentación en congreso					x			
Redacción de tesis					x	x	x	x
Revisión de tesis							x	x
Examen de grado								x

Referencias

- [1] ABS (2010). Yearbook 2009-2010. Australian Bureau of Statistics. Canberra, Australia.

- [2] Brundtland GH (1987) World Commission on Environment and Development. In: Our Common Future. pp. 8-9.

- [3] Capuz Rizo S, Gómez Navarro T, editores (2002) Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 275 p.

- [4] Centro Mario Molina (2012) Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México.

- [5] Elkington J (2004). Enter the Triple Bottom Line. In: The Triple Bottom Line: Does it All Add Up. pp. 1-16.

- [6] Ghaffarian Hoseini AH, Dahlan ND, Berardi U, Ghaffarian Hoseini A, Makaremi N, Ghaffarian Hoseini M (2013) Sustainable energy performances of green buildings: A review of current theories, implementations and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews 25:1-17.

- [7] Martínez J, Fernández A, coordinadores (2004) Cambio climático: una visión desde México. México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 523 p.
- [8] Ortiz O, Castells F, Sonnemann G (2009) Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials* 23: 28-39.
- [9] Pérez Sánchez MM, García Gómez C (2011) Habitabilidad de la vivienda económica. En *Estudios de Arquitectura Bioclimática. Anuario 2011. Vol. X. UAM-Azcapotzalco.*
- [10] Real Academia Española (2001) *Diccionario de la lengua española. 22^a edición.*
- [11] Romero Moreno RA, Vázquez Tépo E, Bojórquez Morales G, Gallegos Ortega R, Pérez Sánchez MM, García Gómez C, Valladares Anguiano R, Chávez ME, Ochoa de la Torre JM, Marincic Lovhira I, Reséndiz Pacheco O, Poujol F, Macedo Paredes J, Tejeda Martínez A (2011) Vivienda, usuario y confort térmico en la vivienda económica en México. En *Estudios de Arquitectura Bioclimática. Anuario 2011. Vol. X. UAM-Azcapotzalco.*
- [12] Romero Rodríguez BI (2003) *El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. Boletín IIE 91-97.*

- [13] Sartori I, Hestnes AG (2007). Energy use in the life cycle of conventional and low energy building: a review article. *Energy and Buildings*. 39:249-57.
- [14] Stevanović S (2013) Optimization of passive solar design strategies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 25:177-196.
- [15] Swan Lukas G, Ugursal Ismet (2009) Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: a review of modeling techniques. *Renew Sustain Energy Rev*. 13:1819-35.
- [16] USEIA (2010). *International Energy Outlook 2010*. U.S. Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585.
- [17] Vollenbroek FA (2002) Sustainable development and the challenge of innovation. *J Cleaner Production*. 10(3):215-23.
- [18] WBCSD (2007) *Energy efficiency in buildings, business realities and opportunities*. The World Business Council for Sustainable Development.
- [19] Zuo J, Zhao ZY (2014) Green building research—current status and future agenda: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 30: 271-281.
- [20] Comisión Nacional de Vivienda (2015)

<http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable>

[21] Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (2015)

<http://www.duis.gob.mx/Espa%C3%B1ol/Paginas/Inicio.aspx>

[22] Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (2015)

<http://portal.infonavit.org.mx>

[23] Instituto de Vivienda del Distrito Federal (2015)

<http://www.invi.df.gob.mx>

[24] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2015)

<http://vivienda.inecc.gob.mx>