

# Diseño y sustentabilidad

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ  
Instituto de Ingeniería de la UNAM  
damg@pumas.ii.unam.mx

## PALABRAS CLAVE

Diseño  
Sustentabilidad  
Vivienda  
México  
Proyectos  
Acciones

## KEYWORDS

Design  
Sustainability  
Housing  
Mexico  
Projects  
Actions

**Con el fin de definir la relación de diseño y sustentabilidad, primero se presentan los conceptos y luego se ejemplifica, para el caso de la vivienda en México, con experiencias en el tema, como las acciones que incluyen la generación de conocimiento, como atlas, manuales-guías, desarrollo de tecnología y transferencia, con proyectos demostrativos, y para garantizar la seguridad y calidad de la vivienda sustentable, se elaboraron normas, y para cubrir el sobre costo que representa, fueron necesario instrumentos o programas de financiamiento, como la hipoteca verde y los DUIS, por último, la certificación del nivel de sustentabilidad de los edificios, con sistemas como el Sello FIDE, criterios de la Conavi, programa de la Ciudad de México y la norma de SEMARNAT.**

With the aim of elucidating the relationship between design and sustainability, these concepts are first presented and then discussed as applied to the example of housing in Mexico. Specific experiences are described; actions that include knowledge generation such as atlases, manuals and guides, and technology development and transfer, with demonstration projects. To ensure the safety and quality of sustainable housing, standards were developed, and to cover the additional costs involved, financing instruments or programs were needed, such as green mortgages and SROs. Another topic treated is certification of building sustainability, with systems such as the FIDE (Electrical Power Saving Trust) Seal, Conavi (National Housing Commission) criteria, the Mexico City program, and the SEMARNAT (Ministry of Environment and Natural Resources) standard.

En la actualidad existen diversas formas de referirse al concepto de diseño y sustentabilidad, por ejemplo, en el caso de un edificio: edificio de baja energía, de alto rendimiento energético, edificio de energía cero-*net zero energy building*, edificio pasivo, edificio energía plus, de cero emisiones o cero carbono, edificio de cero descarga y edificio sustentable –anteriormente, se nombraba como edificio autosuficiente–, *equilibrium house*, casa o edificio ecológico. Es decir, a lo largo de la historia son diversos los adjetivos utilizados para relacionar el diseño de edificios con el medio ambiente y el aprovechamiento de las energías renovables. Asimismo, al referirse a la arquitectura bioclimática, arquitectura ecológica, heliodiseño, arquitectura solar, edificios verdes, surgieron otras definiciones como diseño ambiental, ecodiseño, diseño natural y biodiseño, entre otras, todos ellos adjetivos para indicar que se trataba de un edificio de bajo impacto ambiental.

El diseño sustentable se refiere a la utilización de materiales y prácticas respetuosas con el medio ambiente, con ventajas ambientales o ambientalmente preferibles en la planeación, diseño, ubicación, construcción, operación y demolición de los edificios. El término se aplica tanto a la renovación y reacondicionamiento de edificios preexistentes como a la construcción de nuevos edificios. Quizá la definición podría parecer muy alejada de los factores del desarrollo sustentable, pero sólo presenta criterios ambientales que deben considerarse en el diseño para tener el calificativo de sustentable.

Mediante un continuo mejoramiento en la manera como se ubican, diseñan, construyen, equipan, operan y reacondicionan los edificios, se puede aminorar en forma considerable el impacto ambiental para el mundo. Mejores prácticas de diseño y edificación pueden contribuir a enfrentar retos ambientales como el agotamiento de los recursos naturales no renovables, la eliminación o disminución de residuos sólidos y la contaminación de aire, agua y suelo, con beneficios para la salud y prosperidad de las personas; también el uso de tecnologías avanzadas para el ahorro de energía en el diseño de edificios permite generar enormes reducciones en la demanda de combustibles fósiles y en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por último, la generación de energía con fuentes renovables,

permitirá lograr el edificio energéticamente sustentable.

Los elementos ambientales estratégicos para el diseño sustentable acordados en el evento del Consejo Internacional de Códigos (ICC, por sus siglas en inglés) en la ciudad de Minneapolis, EUA, en septiembre de 2008, al que asistieron representantes de varios países del mundo, fueron los siguientes:

- Soluciones sustentables para el sitio y suelo
- Soluciones para la conservación del agua
- Soluciones para la eficiencia energética
- Soluciones para mitigar impactos ambientales desde el origen de los materiales
- Soluciones para garantizar la calidad ambiental en los interiores de los edificios
- Soluciones con Innovación.

#### DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD

Un edificio es resultado de un diseño, que incluye la selección de materiales, del equipamiento tecnológico, como los electrodomésticos, tecnología para iluminación y climatización, con el objetivo de condicionar la operación del mismo para que funcione (Figura 1).

El funcionamiento del edificio convencional dependerá de entrantes o requerimientos, entre los entrantes tenemos la energía (electricidad y el gas), además del agua, materiales, alimentos, muebles, en general insumos varios, que dependen del tipo o uso



**Figura 1.** Un edificio es producto del diseño, selección de materiales, equipamiento, tecnologías y operación.

del edificio. Como resultado de estos entrantes se presentan salientes, tales como emisiones de CO<sub>2</sub>, aguas residuales, residuos sólidos, entre otros (Figura 2).

Si el diseño y la selección de materiales son adecuados al medio ambiente, se requerirán menos entrantes y, en consecuencia, se presentan menos salientes. Para que el edificio sea sustentable, desde el diseño, selección de materiales, equipamiento y tecnología se generan los entrantes y tratan los salientes. Hay que destacar que, para disponer de los entrantes, hubo impacto ambiental y energético, como en el caso de la extracción del material, fabricación del producto y transporte al lugar donde se utilizará, por lo cual es responsabilidad del diseñador que se seleccionen los más adecuados, es decir, cuidar los requerimientos para lograr un diseño sustentable y cumplirlos, considerando la



**Figura 2.** Entrantes y salientes del edificio para su funcionamiento.



**Figura 3.** Impacto durante el ciclo de vida, en los entrantes y salientes del edificio.

huella desde la cuna a la tumba, conocido como el ciclo de vida (Figura 3).

### NECESIDAD DEL DISEÑO SUSTENTABLE

A nivel mundial, los impactos ambientales del diseño convencional de edificios son responsables de 40% del consumo anual de energía y hasta 30% de los gases de efecto invernadero (GEI), relacionados con el uso de la energía (UNEP, 2008), problema que se agudizará ante la evidente urbanización de los países más poblados del mundo; luego entonces, el diseño de edificios es esencial para lograr el desarrollo sustentable.

En México las edificaciones son responsables de aproximadamente 20% del consumo total de energía, 27.8% del consumo total de electricidad, 68% del consumo de gas LP y 20% de las emisiones de dióxido de carbono. En el caso de la vivienda, los impactos varían en cada ciudad, dependiendo del clima, diseño del edificio y materiales, equipamiento tecnológico, que definen los usos finales de los recursos entrantes para el funcionamiento de la misma.

### EL DISEÑO SUSTENTABLE EN MÉXICO

En el país, ¿qué infraestructura humana se tiene para el desarrollo de conocimiento, transferencia tecnológica, marco normativo, sistemas de financiamiento y certificación?

#### Infraestructura humana

Varias instituciones académicas y de investigación se han incorporado a las actividades relacionadas con el diseño sustentable, principalmente en la investigación y capacitación, por medio de posgrados, especialidades, diplomados o incorporación de materias al

currículo de la carrera de arquitectura y energía, además de proveer del equipo para prácticas y estudios. Entre las primeras instituciones con esta orientación están la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Autónoma de Baja California y la Universidad de Colima; recientemente, con estudios de posgrado y actualización profesional, se sumaron la Universidad Iberoamericana, el Instituto Tecnológico Autónomo de México, la Universidad Anáhuac, y varias más en los últimos 15 años.

En resumen, son 29 instituciones públicas y privadas que realizan actividades de docencia e investigación para la formación de recursos humanos de licenciatura y posgrado, se trata de instituciones con infraestructura y personal dedicado a la investigación y desarrollo tecnológico sobre el tema. Si se desglosa por dependencia el número aumenta considerablemente, por ejemplo en la UNAM, las instituciones relacionadas con el tema son Instituto de Ingeniería, Facultad de Arquitectura, el Instituto de Energía Renovable y el Instituto de Ecología; en el caso de la UAM están las unidades de Xochimilco, Azcapotzalco, Iztapalapa y Cuajimalpa. Aproximadamente 70 académicos e investigadores trabajan en el tema, generando conocimiento, desarrollo tecnológico y proyectos demostrativos.

Respecto a los servicios profesionales, se dispone en el país de 370 profesionistas y empresas que promueven el diseño de arquitectura sustentable, pero en el momento de analizar los servicios que ofrecen son prácticamente de certificación de edificios sustentables o venta de productos como

materiales aislantes, equipos fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, equipos para ahorro de energía en la iluminación, etc. Las bases y herramientas para realizar los proyectos o construcciones no son claras, pues se prioriza la certificación o la venta del productos.

### Conocimiento científico y tecnológico (manuales, guías, herramientas y atlas)

Con una prolífica producción de libros sobre diseño sustentable, se proporciona información para aprovechar y protegerse de las condiciones climáticas del medio ambiente. Los trabajos editados han servido para difundir la importancia de considerarlo en el diseño arquitectónico y para motivar una actitud consecuente con ello, entre los materiales publicados se tienen:

- Atlas del bioclima de México, Atlas de irradiación solar, Atlas del potencial de la ventilación natural en México, Atlas del potencial de la iluminación natural, Atlas del potencial del enfriamiento evaporativo en el país, entre otros.
- Manuales de recomendaciones bioclimáticas para el diseño urbano y arquitectónico (Ciudad Juárez, Chihuahua, Torreón, Durango).
- Guías para la eficiencia energética de la vivienda, para el manejo del agua y de áreas verdes en la vivienda. Además de metodologías para el edificio de cero energía.
- Libros sobre arquitectura bioclimática, sistemas pasivos de climatización, oportunidades y retos de la edificación sustentable en América del Norte, energía para edificios sustentables, así como proyectos bioclimáticos y sustentables en México, etcétera.

### Proyectos demostrativos y transferencia tecnológica

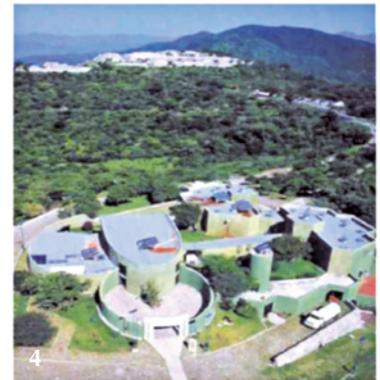
Se puede decir que, en México, gran parte de los edificios históricos y vernáculos funcionan según los principios de sustentabilidad, pues en las épocas en que fueron construidos las posibilidades de ambientación artificial eran escasas o muy caras. Los ventanales orientados al sur en climas fríos, el uso de materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera o el adobe, el abrigo del suelo, el encalado de las viviendas o la traza de los poblados no son

casuales, sino que cumplen una función específica, con base en prueba y error se optimizaron los diseños de acuerdo a un medio ambiente específico.

Existen varias iniciativas para mitigar los impactos de la edificación (Morillón y Rodríguez, 2006), así como proyectos para la sustentabilidad de los edificios (Morillón, 2009) en los últimos 55 años; a continuación se presentarán algunas experiencias que han contribuido a tener en el país programas actuales para edificios sustentables. Algunos edificios sustentables en México que podemos mencionar son: el Instituto de Energía Renovable-UNAM, el Instituto Nacional de la Salud, el Museo de Sitio de Xochicalco, El Centro Campestre Asturiano, el Club de los Pumas, la Biblioteca de la UAM Azcapotzalco, los Museos de la Ruta Zapata, la Universidad Cristóbal Colón-Campus Calasanz, la Torre de Ingeniería de la UNAM, Jardines México, entre otros (Figura 4).

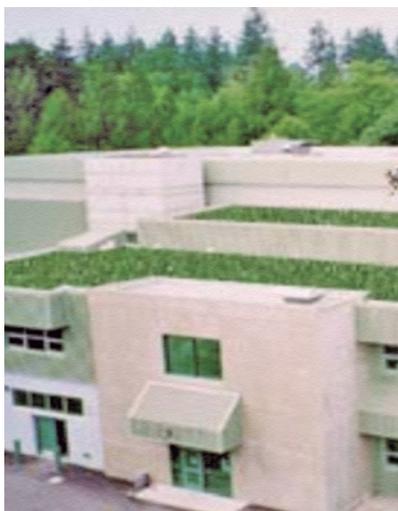
En el caso de la vivienda, algunos ejemplos como la Vivienda Bioclimática de la Universidad de Guadalajara, Fraccionamiento Residencial Los Guayabos, Fraccionamiento Hacienda de las Torres en Ciudad Juárez, la Vivienda Paquime de ICA en Chihuahua, Viviendas del Centinela, Vivienda de adobe, La Paz, BCS, Vivienda sustentable de BRACSA, etcétera (Figura 5).

Respecto a programas o política pública, en Mexicali en la década de los noventa se adecuaron varias viviendas con el propósito de aplicar aislamiento térmico en los techos, programa llevado a cabo por Ahorro Siste-



1. Club Campestre Asturiano
2. Instituto Nacional de Salud
3. Instituto de Energía Renovable-UNAM
4. Museo de Sitio de Xochicalco
5. Universidad Cristóbal Colón (Campus Calasanz)

**Figura 4.** Edificios sustentables en México. Fuente: 1. Revista *Obras*; 2, 3, 4 y 5, David Morillón.



**Figura 5.** Viviendas sustentables en México. Fotografías: David Morillón.

mático Integral (ASI) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Previo a este programa, había otro llamado ILUMEX, que consistió en cambiar la iluminación incandescente por lámparas compactas fluorescentes (LCF), iniciativa que, además de permitir detonar un mercado, bajó los precios de las lámparas compactas fluorescentes. Este programa primero se realizó en Mexicali, Guadalajara y Monterrey, y consistía en financiar seis lámparas, mismas que se pagaban con los ahorros mensuales en la facturación eléctrica, a dicha estrategia se sumaron el Fideicomiso para la Aplicación de Aislamiento Térmico (FIPATERM) y Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) para llevarlos a cabo en gran parte del país. También se amplió el programa ASI a todo el territorio nacional para aislamiento de techos, doble vidrio en las ventanas, cambiar la tecnología de iluminación incandescente por lámparas compactas fluorescentes y equipos de aire acondicionado obsoletos por otros de alta eficiencia, de esta forma, para 2002, ya se habían mejorado más de 135 000 viviendas. A últimas fechas se incorporó a este programa el cambio del refrigerador de más de cinco años de antigüedad por uno reciente que, de acuerdo con la normatividad vigente, consume menos energía, igual con las lavadoras de ropa.

El Fraccionamiento Residencial Los Guayabos, en Guadalajara, fue importante en la década de 1990, considerando no sólo el diseño sino, sobre todo, los materiales de muy bajo impacto ambiental utilizados para el tratamiento y reúso de agua. En Colima se edificaron dos fraccionamientos que buscaron, mediante el empleo de techos altos o de doble altura y ventilación natural, mejorar el comportamiento térmico de la vivienda.

Mientras que en Ciudad Juárez se construyeron más de cien casas (Figura 6) que tienen sistemas de aprovechamiento de la energía solar para climatización y calentamiento de agua, así como ventilación subterránea, chimenea solar y elementos sombreadores, reúso de aguas grises, tratamiento de agua y ahorro de energía con dispositivos eficientes de iluminación, entre otros. Este proyecto de la iniciativa privada tuvo apoyo, para el sobre-costos, del Infonavit, quien otorgó al constructor 7% más de lo estipulado para créditos de vivienda de interés social por incluir dichas tecnologías. Este proyecto se acerca a los criterios de vivienda sustentable,



**Figura 6.** Vivienda Ecológica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Fuente: Constructora Torres.



**Figura 7.** Fraccionamiento Misiones, Mexicali, Baja California, 2006. Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

que actualmente se buscan con la llamada hipoteca verde. Las viviendas fueron monitoreadas y sus habitantes aceptaron que la vivienda es más confortable, ahorradora de energía y agua. El resultado motivó a que la empresa constructora, sin requerir el apoyo para el sobre-costos, invirtiera en este tipo de viviendas, y lo más importante es que la gente las busca.

La masificación de los criterios bioclimáticos en la vivienda de interés social, se muestra en las múltiples iniciativas que buscan mejorar la vivienda, como: La Casa Nueva, proyecto internacional que incorpora arquitectura bioclimática, energías renovables y eficiencia energética en las viviendas, asimismo, arma y asesora el programa “La Vivien-

da Sustentable”, proyecto piloto de 5 000 viviendas de la CONAFOVI, actualmente Comisión Nacional de Vivienda (Conavi), así como el proyecto de Diseño Bioclimático para Desarrollos Habitacionales con la Cámara Mexicana de la Industria de Construcción, con fondos de la Secretaría de Economía y las constructoras, a través del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

En los últimos 15 años continuaron los casos y experiencias que caminan hacia la vivienda sustentable, como el proyecto que buscó la sustentabilidad energética, en este caso de la electricidad, con más de 200 viviendas en el fraccionamiento Misiones, en Mexicali, Baja California (Figura 7), que genera electricidad con sistemas fotovoltaicos.

cos, equipamiento de tecnología de iluminación, climatización y electrodomésticos de alta eficiencia o ahorradores de energía, proyecto promovido por el Gobierno del Estado de Baja California, con apoyo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Este proyecto permitió la interconexión a la línea de la CFE con el doble medidor, entrada y salida de la red, además de ser base de la cantidad de energía eléctrica que actualmente se puede generar en los edificios que se quieren conectar a red.

Después surgió un proyecto piloto del programa Vivienda Sustentable de Conavi, que lo realizarían tres constructoras y dos gobiernos estatales, en diversas ciudades del país en 5 000 viviendas, como el caso de Proyecto Vida de Nuevo León, primera hipoteca verde del país, que fue de más de una y media toneladas de CO<sub>2</sub> mitigado (Figura 8).

Los beneficios estimados que se obtendrían por incorporar criterios de diseño bioclimático en la vivienda de interés social

del programa antes referido, señalaban que tan sólo 5 000 viviendas en un año representan un ahorro de energía de 4 807 MWh, dejando de emitir al ambiente 3 342.49 toneladas de CO<sub>2</sub>, si se climatizaran dichas viviendas con aire acondicionado y cuya energía fuera de origen fósil, además de evitar a los usuarios el gasto por concepto de consumo de energía eléctrica.

En el año 2010, Ciudad Sustentable Valle Las Palmas, proyecto denominado Valle Las Palmas (Figura 9), se trataba de una ciudad sustentable, que consideró la construcción de 200 000 viviendas, zona industrial, educativa, deportiva, comercial, etc. Después se comenzó con la vivienda económica y la ciudad universitaria, éste es el primer proyecto que aplicó Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS); actualmente, en conjunto con la UABC y la UNAM se iniciaron varios proyectos que permitirán tener alternativas energéticas, mitigar la isla de calor, el tratamiento y aprovechamiento de las

aguas residuales, línea base en emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), entre otros. A este proyecto se han sumado la Conavi y varias dependencias del gobierno federal, estatal y municipal.

Los proyectos y programas presentados son algunos que se han desarrollado durante los últimos 15 años, el conocimiento generado destaca en guías, atlas, manuales para diseño, normas y códigos, proyectos demostrativos y programas para financiamiento como la hipoteca y sistemas de certificación, de los primeros proyectos que fueron financiados por la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), para los aspectos urbanos a través de Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables.

### Bases normativas

A finales de los años 80 y principios de los 90, las primeras normas generadas fueron para las bases técnicas del diseño bioclimático, resaltan las emitidas por el Instituto del



**Figura 8.** Vivienda de diseño ambiental en Monterrey. Fuente: David Morillón, Instituto de la Vivienda de Nuevo León, Odón de Buen y Rubén Octavio Sepúlveda Chapa.



**Figuras 9 y 10.** Valle Las Palmas, Tijuana, BC, 2010. Fotografías: David Morillón.

Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Entre las diferentes fuentes de ganancia de calor de una vivienda o edificio, en general, las más significativas se pueden controlar mediante el adecuado diseño de la envolvente del edificio, es decir, calor por conducción a través de los muros y techos, y por radiación solar que penetra a través de los vidrios de las ventanas y domos o tragaluces. Ante ello la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), órgano del gobierno federal, lleva a cabo la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), normas obligatorias para el ahorro de energía en los edificios, desde su diseño mismo.

Las NOM enfocadas a la edificación no tratan únicamente del aislamiento térmico, sino que incluyen sistemas pasivos, tales como las protecciones solares en ventanas (aleros, partesoles y remetimientos), así como especificaciones de áreas mínimas para tragaluces, además de las características térmicas de los materiales de construcción necesarios para cada clima por localidad y, por último, el impacto o efecto de la orientación de la vivienda. Se tienen dos normas relacionadas con el comportamiento térmico de los edificios, con el objetivo de limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, para racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento:

- NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones no residenciales, vigente en algunos reglamentos de construcción.
- NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones “Norma para la envolvente de edificios residenciales”.

Otras normas se suman proporcionando las bases para la eficiencia energética, éstas son las relacionadas con materiales, electrodomésticos, iluminación, calentadores de agua, azoteas verdes.

Entre otras normas se tienen las que proporcionan especificaciones técnicas o normas voluntarias, conocidas como NMX, entre éstas resaltan las relacionadas con los materiales de construcción de vivienda y las que permiten tener seguridad en los sistemas para calentamiento de agua con energía solar y, actualmente, se trabaja una para edificios turísticos:

- Proyecto de norma mexicana, relacionada con las R para los materiales y sistemas constructivos de la vivienda, promovida por la Asociación de Empresas para Ahorro de Energía en Edificios.
- Cuatro NMX para eficiencia, instalación, sistema y terminología de los calentadores solares de agua.
- NMX para edificaciones sustentables.

El Código de Edificación de Vivienda, desarrollado por la Conavi, en el capítulo 27, que lleva por título “Sustentabilidad”, considera los temas de energía, agua, residuos sólidos y áreas verdes; en cuanto a energía se divide en ahorro y uso eficiente de la energía, mediante especificaciones de arquitectura bioclimática, especificaciones de resistencia térmica de los materiales y equipamiento de la vivienda con tecnología eficiente, así como el apartado de las energías renovables, en específico el calentamiento de agua con energía solar y la generación de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos, así como especificaciones para el manejo eficiente del agua, los residuos sólidos y las áreas verdes.

#### Programas de financiamiento

Los instrumentos de financiamiento se iniciaron en la década de 1990, principalmente para la adecuación de la vivienda existente, en temas de ahorro de energía eléctrica, proporcionados por instituciones como el FIDE; posteriormente, se creó el sistema de financiamiento del Infonavit, la Hipoteca Verde, para vivienda nueva, instrumento con mayor alcance, pues permite el ahorro de electricidad, gas, agua y aprovechamiento de la energía solar. Un poco después se elaboró un sistema para financiar lo urbano, con enfoque bioclimático, por la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), conocido el instrumento como Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables.

- Ahorro de energía. Financiamiento del FIDE para la eficiencia energética en el sector de los edificios comerciales y la vivienda, aunque realmente surgió para la adecuación de edificios, en tres rubros: ahorro de energía en iluminación, en aire acondicionado –sumándose la sustitución de refrigeradores y lavadoras, después se amplió para el caso de vivienda nueva, e incluyó los calentadores

solares de agua–, en sus inicios el programa era sólo para trabajadores de la CFE.

- Hipoteca verde. Su base en recursos económicos, en una primera etapa, sólo considera las condiciones de diseño y tecnologías para que permitan el ahorro de agua y de energía (gas y electricidad), siempre y cuando pueda ser cuantificado el beneficio en dinero ahorrado mensualmente por éstas, es decir, que se refleje en dinero no gastado por el usuario o habitante de la vivienda en los servicios, el ahorro será un aumento en el monto de crédito que será otorgado por la institución financiadora. Además de cuantificar los beneficios ambientales como la conservación de los recursos naturales y el CO<sub>2</sub> no emitido o evitado, que permita definir el nivel de sustentabilidad de las nuevas viviendas.
- DUIS. La Sociedad Hipotecaria Federal suma esfuerzos a través del Grupo de Promoción y Evaluación de Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables para promover la integralidad y sustentabilidad de los nuevos desarrollos urbanos, como área de desarrollo planeada integralmente, que además de representar una expansión física de la ciudad, contribuya al ordenamiento territorial de los estados y municipios, y promueva un desarrollo urbano más ordenado, justo y sustentable, generando espacios públicos suficientes en beneficio de sus habitantes, asimismo, como motor del desarrollo regional, donde la vivienda, infraestructura, servicios, equipamientos, comercio, educación, salud, industria, esparcimiento y otros insumos, constituyan el soporte para el desarrollo de proyectos económicos estratégicos generadores de empleo y detonadores de la economía de una región, considerando las prioridades y estrategias nacionales y regionales.

#### Sistemas de certificación

Aunque existe un programa de certificación de edificios de bajo impacto ambiental, de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), no es clara la metodología y hasta el momento aplica más para la industria y edificios en las zonas turísticas. Las iniciativas para el financiamiento permiten que sean sistemas de certificación de edificios sustentables, como la Hipoteca

verde y los DUIS. Solamente tres sistemas surgieron para certificar: el de la Conavi, el de la CDMX, NMX de Semarnat y un sello del sector privado, el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI). Varias certificaciones internacionales han entrado al país más como mercadotecnia y negocio del concepto.

- *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*  
Los criterios e indicadores para la vivienda sustentable de la Conavi permitirán, bajo valores mínimos, la certificación de las viviendas, para determinar qué tanto son viviendas sustentables. Para lo cual será necesario realizar una parametrización que permita tener bases para la calificación, además de tener cuantificados los beneficios por dicha calificación, en cada lugar donde se construirá la vivienda.
- *Programas de certificación de Edificios Sustentables*  
El Gobierno de la Ciudad de México emitió en 2008 su Programa de Certificación de Edificios Sustentables, con base en la normatividad oficial mexicana, relacionada con el diseño, el manejo de la energía, las energías renovables, la eficiencia energética, lo mismo para el agua, los residuos y áreas verdes, tres son las partes del sistema: calificación de edificios, programa de incentivos y edificios por uso que son considerados. Es uno de los programas de certificación que respeta la normatividad oficial y, en consecuencia, permite tener métodos públicos para cumplir; es algo complejo, por lo que será un comité especializado el que califique.
- *NMX Semarnat*  
Norma Mexicana voluntaria para certificación de edificios sustentables, lamentablemente no tiene claro el método para calificar los apartados.
- *Premio al Edificio Inteligente y Sustentable*  
En el sector privado el premio IMEI del Instituto Mexicano del Edificio Inteligente, toma fuerza en la parte del valor inmobiliario, se trata de una certificación de edificio inteligente y sustentable.

## CONCLUSIONES

El contenido del presente texto ha contribuido, de forma holística, en el conocimiento de

las bases del desarrollo de diseño sustentable, señalando el desarrollo de tecnologías para el ahorro de energía, generación de energía eléctrica, ahorro, potabilización y tratamiento de agua, en modelos y herramientas para el financiamiento y la certificación del edificio sustentable, entre las contribuciones se cuenta con investigación y transferencia tecnológica, así como política pública. A pesar de ello aún no se logra detonar de forma masiva la construcción sustentable y la masificación del tema en México, por lo que se requieren más instrumentos, coordinación entre instituciones y aplicación de las políticas públicas de forma continua, cuestionar las certificaciones extranjeras, por no estar adaptadas a las condiciones climáticas y legales de México, por lo que no son claros los beneficios y, por el contrario, han desvirtuado el mercado y el concepto; por ejemplo, en el caso del programa de apoyo con fondos extranjeros, las metodologías y las bases no corresponden a la realidad y no son claros los beneficios, en varias ocasiones la intención es acomodar tecnologías de sus países, con endeudamiento para el país.

Además, es necesario cambiar de paradigma, dejando atrás los proyectos que no toman en cuenta los impactos al ambiente, a la sociedad y al usuario en general, y que se aprovechen los conceptos generados para caminar hacia una cultura para el diseño y la sustentabilidad.

## FUENTES CONSULTADAS

- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2007). *Estrategia Nacional de Cambio Climático México 2007*. México: Semarnat.
- Conavi (2008). *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables*. México. En [http://centro.paot.org.mx/documentos/conavi/cuad\\_criterios\\_web.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/conavi/cuad_criterios_web.pdf)
- Conavi (2010). *Código de Edificación de Vivienda*. México (2da. ed.).
- Gutiérrez, C. et al. (2006). *Uso eficiente de la energía en la vivienda*. México: Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2010). *Encuesta Nacional Ingreso Gasto de los Hogares 2010*. México: INEGI.

Morillón, D. y M. Rodríguez (2006). *30 años, evolución y desarrollo de la arquitectura bioclimática en México*. México: Asociación Nacional de Energía Solar.

Morillón, D. (2008). *Guía Metodológica para uso de tecnologías para el ahorro de energía y agua en la vivienda de interés social en México*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE), actualmente Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Morillón, D. (2008). "Bases para una hipoteca verde en México, camino a la vivienda sustentable". *Estudios de Arquitectura Bioclimática, Anuario 2007*, vol. IX, México: Editorial Limusa-UAM, pp. 85-1002.

Morillón, D. (2008). "Escenarios Tecnológicos de Mitigación de Cambio Climático en México para el Sector Residencial: Implicaciones Económicas". *Informe Técnico*. México: Semarnat-II, UNAM.

Morillón, D. y J. D. Morales (2012). *Energía para el edificio sustentable*. México: Terracota.

Morillón, D. y F. J. Ceballos (2017). *Sustainable Energy for Houses, Sustainable Energy, Technologies*. Estados Unidos: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Morillón, D.; R. Silva y A. Félix (2019). *Impacto del océano en el bioclima de México*. México: CEMIO. DOI: 10.26359/EPOMES.CEMIO22019

Rivera, M. et al. (2019). *Metodología para el estudio y georreferenciación del bioclima*. España: Editorial Académica Española.

Rosas, F.; E. Zenón y Morillón-Gálvez, D. (2019). "Potential Energy saving in urban and rural households of Mexico with solar photovoltaic systems using geographical information system". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109412, doi.org/10.1016/j.rser.2019.109412

SENER (2019). *Balance Nacional de Energía 2018*. México: SENER.

Semarnat-INECC (2015). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2015*. México: Semarnat-INECC.