

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**ESPECIALIDAD EN VALUACIÓN INMOBILIARIA**

**LA VALUACIÓN INMOBILIARIA EN LA  
EDIFICACIÓN SUSTENTABLE.**  
**EL RETO DE LA VALUACIÓN INMOBILIARIA FRENTE A  
INMUEBLES CERTIFICADOS COMO SUSTENTABLES**

TESINA DE ESPECIALIDAD

Que para obtener el grado de Especialista en Valuación Inmobiliaria  
Presenta:

ARQ. JOSÉ MÉNDEZ LÓPEZ





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# LA VALUACIÓN INMOBILIARIA

## EN LA EDIFICACION SUSTENTABLE

EL RETO DE LA VALUACIÓN INMOBILIARIA FRENTE  
A INMUEBLES CERTIFICADOS COMO SUSTENTABLES



2018

Ciudad Universitaria, Ciudad de México

TESINA DE ESPECIALIDAD

Que para obtener el grado de Especialista  
en Valuación Inmobiliaria Presenta: **Arq. JOSE MENDEZ LOPEZ**

# DICTAMEN DE APROBACIÓN





A mi Compañera de Vida...  
por despertar las ganas de crecer.

A mis Padres...  
por apoyar todas mis pretensiones.

A mis Maestros...  
por compartir el conocimiento.

A la UNAM...  
por la oportunidad de desarrollo.



AGRADECIMIENTOS

# DEDICATORIA

*"Gracias a las personas con quienes comparto un pedacito de este universo"*

Cecilia Ramos Mogica  
Laura Lizzetth Mendez Carrillo  
Maribel Jaimes Torres  
Luis Enrique Herbert Carrillo  
Marco Antonio Chi Chiong



Director de tesina:

Ing. Juan Antonio Gómez Velázquez

Asesores:

Dr. en Arq. Daniel Jorge Silva Troop

Ing. Manuel José Francisco García Córdova

Dr. en Arq. Maribel Jaimes Torres

Mtra. Claudia Solange Ayala Sánchez

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 01 |
| PRESENTACIÓN .....  | 02 |
| INTRODUCCIÓN.....   | 04 |
| 1. DELIMITACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....  | 08 |
| 1.1 Definición .....  | 08 |
| 1.2 Planteamiento.....  | 09 |
| 1.3 Fundamentación .....  | 12 |
| 1.4 Hipótesis .....   | 15 |
| 1.5 Objetivos .....   | 16 |
| 2. MARCO TEÓRICO.....   | 18 |
| 2.1 Edificación Sustentable.....  | 19 |
| 2.2 Certificación en la Edificación Sustentable.....  | 29 |
| 2.3 Valuación Inmobiliaria en la Edificación Sustentable .....  | 36 |
| 3. EFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE.....   | 44 |
| 3.1 Indicadores Energéticos en las Eficiencias Energéticas.....   | 46 |
| 3.2 Marco normativo de Eficiencias Energéticas.....   | 47 |
| 3.3 Normatividad y Certificación de Eficiencias Energéticas a nivel global.....                                     | 51 |
| 3.4 Principales Certificaciones de Edificios Sustentables a Nivel Global .....                                      | 55 |
| 4. VALUACIÓN DE EFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS SUSTENTABLES.....  | 72 |
| 4.1 Análisis e identificación de factores valoratorios de eficiencias energéticas en<br>Inmuebles certificados..... | 74 |
| 4.2 Modificación del Valor Comercial por Factores de Eficiencias Energéticas en<br>Inmuebles Certificados .....     | 78 |
| RESEÑA .....  | 81 |
| Discusión .....   | 81 |
| Conclusiones .....  | 89 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 91 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS .....  | 98 |

# RESUMEN

El propósito del presente estudio es mostrar un análisis de los edificios con ahorros energéticos (también llamadas como eficiencias energéticas) y que se denomina como edificación sustentable; así como una revisión crítica de la aplicación de parámetros que modelan la certificación de eficiencias energéticas de estos edificios y su valoración económica desde el punto de vista comercial, según su grado de sustentabilidad.

Tradicionalmente, los valuadores consideran: la ubicación, superficie de terreno y construcción, edad de la construcción, sistema constructivo y estado de conservación, entre otros. Sin embargo, los parámetros tecnológicos que intervienen en las certificaciones de eficiencia energética y que son influyentes para la valoración inmobiliaria son la construcción y rehabilitación energética edilicia (edilicio se refiere a que es propio de la construcción), los tipos de valor que se manejan son el económico, social, ambiental y la gestión energética. Se describen y se analizan algunas metodologías de certificación de eficiencia energética aplicadas en diferentes países, así como los parámetros considerados por distintos autores al realizar la valoración inmobiliaria según los en

foques de valoración universales, tales como: Valor de Mercado, Valor Físico o Directo y Valor base Renta; se describen las limitaciones inherentes a las prácticas actuales de la valoración inmobiliaria de edificios sustentables que cuentan con alguna certificación en eficiencia energética.

Finalmente y como resultado de este trabajo, se evidencia la necesidad de generar una propuesta, a través de un modelo matemático, para considerar los parámetros de eficiencia energética influyentes en el valor comercial de un inmueble.

Palabras clave: **Ahorro Energético, Eficiencia Energética, Edificación Sustentable, Certificación de Eficiencia Energética, Parámetros Tecnológicos, Valuación Inmobiliaria.**

# PRESENTACIÓN



La valuación inmobiliaria se enfrenta a nuevos retos en su quehacer, una parte importante de esto se debe a que interactúa en un entorno social urbano cuya característica principal es el cambio constante, las ciudades son uno de sus principales campos de acción y como señala el psicólogo Octavio Ianni, (2000), la ciudad es una síntesis excepcional de la sociedad, ahí se desarrolla la arquitectura, el urbanismo y la planeación.<sup>1</sup>

En las últimas décadas, el cuidado de nuestro entorno urbano y con él, el cuidado del medio ambiente, ha alcanzado un lugar prioritario en las agendas, no solo de los gobiernos y empresas privadas, sino también de cientos de organizaciones y se extiende a todas las profesiones incluyendo al gremio de la Valuación Inmobiliaria.

El sector inmobiliario en México está adoptando prácticas relacionadas con el cuidado del medio ambiente mostrándose como un reflejo de consciencia y corresponsabilidad a través del desarrollo de proyectos y edificaciones sustentables que se caracterizan por tener eficiencias en el consumo de las diferentes ener-

<sup>1</sup> Ianni, O. (2000). Enigmas de la Modernidad-Mundo. Siglo XXI México.

gías utilizadas tanto en el proceso de construcción como en el uso, operación y mantenimiento de dicha edificación, volviéndose atractivos para los constructores, para los promotores inmobiliarios y hasta para el usuario final.

En dicho contexto, surge este proyecto de investigación y se presenta como contribución, desde el enfoque valuatorio, a las prácticas del cuidado del medio ambiente en el sector inmobiliario a fin de que el valuador evidencie la plusvalía que tienen las particularidades de la construcción sustentable en su valor comercial.





# INTRODUCCIÓN

La construcción es una de las industrias más dinámicas en México y uno de los subsectores más importantes es el de bienes raíces. De acuerdo a estudios realizados por Jones Lang LaSalle (2016) el auge de éste no sólo se debe a la importancia de los desarrollos inmobiliarios, sino a distintos factores, que hacen que el sector tenga un alto dinamismo en nuestro país y que la necesidad de capital inmobiliario crezca cada día.<sup>2</sup>

El mercado de los bienes raíces enfrenta la complicación, al momento de realizar el avalúo, de no estimar el valor comercial que pueda tener el inmueble según su nivel de sustentabilidad asociada al consumo de energía y al confort térmico de la construcción. Los edificios son importantes consumidores de energía, agua y recursos materiales, y principales contribuyentes a la degradación del medio ambiente asociados con el uso de estos recursos. Es por ello, que a nivel global se han propuesto programas sustentables de mejoras en las prácticas de la construcción. Estas mejoras han sido certificadas según la efectividad en el cumplimiento de dichas prácticas, o la adecuación a las diferentes condiciones climáticas para reducir el impacto negativo de la construcción sobre el medio ambiente y la

salud humana.

Se hace el análisis documental respecto a la edificación sustentable, destacando que la construcción está enfocando sus esfuerzos hacia la sustentabilidad con la finalidad no sólo de satisfacer las necesidades de las personas, sino que también conservar el medio ambiente, aportando soluciones integrales y multidisciplinarias, optimizando los recursos naturales existentes y respetando los principios sustentables, para así brindar bienestar a los usuarios del mismo.

Se revisa la información pertinente a la eficiencia y certificación energética de las edificaciones definiendo que en ella se califica energéticamente un inmueble a través de varios sistemas siendo de los más importantes el cálculo del consumo anual de energía necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en condiciones normales de ocupación y operación e incluye la producción de agua caliente, calefacción, iluminación, refrigeración y ventilación.

Se efectúa la revisión de diversos estudios, a nivel global, respecto del valor de los inmuebles con base al grado de sustentabilidad y

<sup>2</sup>Jones Lang LaSalle. (2016). Latin America Regional Prime Office Report. JLL\*.

certificación energética previamente determinado, podemos subrayar que se consideran distintos parámetros, destacando los tecnológicos y de entre ellos tenemos la Eficiencia Energética del Inmueble, misma que se plantea desde el punto de vista de la arquitectura; la Gestión Energética del Inmueble, que se plantea desde el punto de vista social y económico; y los Métodos de Valuación Inmobiliaria que se muestra desde el punto de vista comercial.

Considerando los parámetros tecnológicos antes mencionados, los estudios revisados establecieron diferentes formas de evaluar el nivel de sustentabilidad de los inmuebles, siendo la hipótesis común, en todos los estudios, que mientras más sustentable sea un inmueble, mayor debe de ser su valor de mercado. Sin embargo, este parámetro es difícil de cuantificar para ser aplicado en la valuación inmobiliaria.

Se expone el análisis y descripción, desde el punto de vista normativo y comercial de los principales sistemas de certificación de las edificaciones sustentables, se separan los elementos edilicios (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) que impactan directamente al inmueble y se señala las ventajas que comercialmente se pueden tener, en conjunto con los elementos que se utilizan como estrategia de mercado en la promoción de los mismos.

Finalmente, se presenta una propuesta donde se identifica un elemento que se denomina "Factor de Sustentabilidad" (Fs por sus siglas) mismo que se representa mediante un modelo que inicialmente cualifica y posteriormente cuantifica el valor comercial de la edificación sustentable y se muestra la plusvalía que tienen este tipo de inmuebles.



A low-angle, upward-looking photograph of a modern building's glass facade. The building features a prominent circular opening at the top, through which a bright, overcast sky is visible. The glass panels are framed by dark metal structures and are partially obscured by the intricate, dark branches of trees and large, vibrant green fern fronds in the foreground. The overall composition is symmetrical and emphasizes the architectural details and natural elements.

# PRIMERA PARTE

---

# 1. DELIMITACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 DEFINICIÓN

La valuación inmobiliaria está íntimamente ligada con la arquitectura, ya que gran parte del quehacer valuatorio se desarrolla mediante la valoración de bienes inmuebles, estos pueden ser desde viejas y pequeñas construcciones hasta grandes y contemporáneas edificaciones, en cualquiera de todos los casos, la valuación inmobiliaria, tiene la responsabilidad de realizar un dictamen técnico imparcial tomando en cuenta las caracte-

terísticas y condiciones físicas del inmueble así como la parte urbana en la que se encuentra enclavada dicha edificación.

El desarrollo de la arquitectura contemporánea se divide en varias vertientes, entre las más importantes encontramos el cuidado del medio ambiente a través de las mismas construcciones, así pues, se habla de sustentabilidad mediante eficiencias en el consumo de energía, que generalmente es energía de fuentes no renovables, dichos ahorros se pueden obtener de la misma edificación y la eficiencia se puede lograr en el sistema constructivo, en las instalaciones y hasta en su fachada o envolvente arquitectónica, como se denomina en la actualidad.

Vinculando la valuación inmobiliaria con las edificaciones sustentables, sobre todo aquellas que cuentan con alguna certificación de eficiencia energética, entendemos que deben de ser evaluadas de forma diferente a aquellas que no la tienen, utilizando parámetros que nos indiquen los beneficios que genera esta eficiencia energética, tanto para el propio edificio como para el entorno donde se encuentra. El proceso de valuación de un edificio sustentable que tenga alguna certifica-



Centro comercial Garden Santa Fe, se trata de un edificio subterráneo con formas cónicas, compuesto por tres estructuras con características sustentables, aprovecha la energía solar, así como el agua de lluvia, cuenta con planta tratadora de agua, no necesita ser iluminado durante el día y tampoco requiere de ventilación artificial. Imagen extraída con fines ilustrativos 16 mayo 2018, [https://es.wikipedia.org/wiki/Garden\\_Santa\\_Fe#/media/File:Garden\\_Santa\\_Fe.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Garden_Santa_Fe#/media/File:Garden_Santa_Fe.jpg)

ción de eficiencia energética debe considerar, a través de un modelo matemático, cada uno de los sistemas y/o materiales utilizados así como los beneficios que proporciona al entorno, a los usuarios y al medio ambiente, siendo factores que modifiquen su valor comercial.

## 1.2 PLANTEAMIENTO

La edificación sustentable es una propuesta que tiene como objetivo aprovechar de manera racional los recursos naturales, consiguiendo con ello satisfacer las necesidades de los usuarios y propietarios de inmuebles sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras, siendo este el reto que la sustentabilidad busca actualmente. Esta optimización de recursos a través de la eficiencia energética se traduce en ahorros en los gastos de operación y mantenimiento, mismos que en el sector inmobiliario son atractivos y ya se promueven como ventajas en la comercialización, tanto venta como renta, de los inmuebles que presentan estas características, teniendo así un aspecto



Casa SDLV, ubicada en Quintana Roo, se trata de la primer casa sustentable con certificación LEED® en México, reduce el consumo de energía eléctrica, reduce la emisión de carbono, cuenta con una envolvente en azotea que reduce la transmitancia térmica, cuenta con una envolvente vegetal en fachada norte que baja la temperatura del aire que ventila la casa, cuenta con pérgolas para protección solar, reduce la absorción de calor mediante la vegetación colocada alrededor de la casa y permite la iluminación natural diurna. Imagen extraída con fines ilustrativos 16 mayo 2018, <https://www.homify.com.mx/proyectos/107831/casa-sdlv>

cualitativo de la edificación sustentable.

Los edificios sustentables reducen de manera significativa el impacto negativo sobre las personas y el medio ambiente donde se ubica, partiendo de esta premisa y desde hace algunos años, se cuenta con certificaciones en ahorros energéticos para edificios sustentables mismas que se presentan como herramientas que permiten reconocer los méritos ambientales comparados con edificios convencionales, estos métodos se dan a través de etiquetas que se otorgan dependiendo de las eficiencias energéticas que se tienen.

Estas certificaciones son emitidas por diversas instituciones, tanto públicas como privadas, y dependiendo del certificador tienen validez local o internacional, estudios han demostrado que un edificio con un certificado de eficiencia energética puede traer grandes beneficios tanto operativos como comerciales, es así como se habla de plusvalía del inmueble por ser una construcción sustentable.

En el campo de la valuación inmobiliaria, uno de los principales retos del valuador inmobiliario es ver las edificaciones sustentables como un gran campo de acción y, en la valuación de este tipo de edificaciones, demostrar los

ahorros que tiene el inmueble sobre sus contrapartes convencionales, para ello se deben considerar elementos que señalen puntualmente los beneficios que cada edificio sustentable puede brindar al propietario, ya que las metodologías de valuación actualmente no contemplan factores de valuación enfocados a la sustentabilidad en las edificaciones con los correspondientes beneficios que puede tener la construcción por sus ahorros energéticos.

Los sistemas actuales de valuación, no consideran un análisis enfocado a la sustentabilidad, tampoco toman en cuenta alguna certificación de sustentabilidad con que cuente la construcción en consecuencia, un avalúo inmobiliario como tradicionalmente se elabora, difícilmente refleja el valor de los beneficios que tienen estas construcciones en conjunto





con sus características sustentables; estos beneficios pueden ser comerciales, fiscales y hasta tributarios, frente a construcciones convencionales que no tienen este tipo de eficiencias.

Cuando se tiene por objeto valorar un inmueble sustentable con certificación de ahorro energético es primordial analizarlo de forma diferente a aquellas edificaciones que no están certificadas, es decir, que son construidas con procesos convencionales. Existen parámetros que al ser analizados cuantitativamente y generando un modelo matemático, nos pueden trasladar estos beneficios en un aspecto cualitativo, es decir, se le dota una plusvalía al valor comercial del inmueble comparado con construcciones que no tienen este tipo de certificaciones.

El proceso de valuación de un inmueble sustentable que contenga alguna certificación

de ahorro energético debe considerar cada uno de los sistemas y/o materiales utilizados, así como los beneficios que proporciona en la parte operativa, en el entorno, a los usuarios y al medio ambiente, siendo factores que modifiquen, en menor o mayor medida, el valor de la construcción, viéndolo desde un enfoque meramente comercial.

Actualmente las metodologías de valuación no contemplan factores de sustentabilidad, mismos que deben estar enfocados al ahorro energético de las construcciones, con la correspondiente plusvalía que tiene la edificación que cuenta con algún certificado de este tipo, por consiguiente, un avalúo comercial como tradicionalmente se elabora, no refleja el aspecto cualitativo de los inmuebles sustentables que cuentan con alguna certificación.

## 1.3 FUNDAMENTACIÓN

Los inmuebles son responsables de una gran cantidad de uso de energía global, consumo de recursos y emisiones de gases que tienen un gran impacto en la atmósfera como los gases de efecto invernadero (GEI), entre los cuales se encuentra el Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). A medida que aumenta la demanda de opciones de construcción sustentable, este tipo de edificación se vuelve cada vez más rentable y deseable dentro del mercado internacional y nacional de la construcción.



Tan solo en la Ciudad de México, los edificios representan casi el 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> que impactan en el llamado efecto invernadero, mismo que es producido principalmente por los sectores industrial, de servicios y transportes, en cambio los edificios sustentables presentan hasta un 30% menos de emisiones de CO<sub>2</sub>, consumen hasta un 25% menos de energía y un hasta 11% menos de agua.<sup>3</sup>



El mercado está respondiendo a esta disminución en los costos y beneficios ambientales a un ritmo acelerado. De acuerdo con el informe realizado por Dodge Data & Analytics (Centro de datos y Análisis Dodge) denominado “World Green Building Trends 2016 Developing Markets Accelerate Global Green Growth” (Tendencias de la Edificación Sustentable en el Mundo 2016, Los Mercados en Desarrollo Aceleran el Crecimiento Sustentable Global), el sector global de construcción sustentable continúa duplicándose cada tres años, y los encuestados de 70 países, incluido México, informan que el 60% de sus proyectos serán sustentables en 2018, también para México el

<sup>3</sup>Secretaría de Energía de México. (2015). Sector Eléctrico Nacional, Balance Nacional de Energía 2015.

promedio de la participación sustentable en la actividad de los proyectos de construcción corresponden al 35% y el 65% de construcción es convencional, esto para 2015.<sup>4</sup>

De acuerdo a este estudio y a la encuesta realizada al sector de la construcción en México, existen razones de carácter social y razones de carácter ambiental para el desarrollo de la construcción sustentable en este país; dentro de las razones de carácter social encontramos que el atractivo comercial es la razón social más importante con el 58%, otra razón para incentivar este tipo de edificación es el aumento en la productividad de los trabajadores con un 29%.

Como en la mayoría de los países, la reducción del consumo de energía es la principal razón ambiental para la construcción sustentable en México, seleccionada en un 58%. Algunos otros factores ambientales para el desarrollo de este tipo de construcción incluyen:

42%

Protección de los recursos naturales

31%

Disminución de emisiones de gases efecto invernadero



De acuerdo a este estudio, a medida que aumenta la demanda en la edificación sustentable, se vuelve cada vez más rentable y deseable dentro del mercado inmobiliario, se ha percibido una disminución considerable en los costos de operación por un año y un tiempo de recuperación relativamente bajo para los edificios sustentables, el 92% de los propietarios de este tipo de edificios informan haber utilizado al menos una medida para rastrear el rendimiento de sus edificios.

<sup>4</sup>Dodge Research and Analytics (2016). World Green Building Trends 2016 Smart Market Report.

De esta suerte, los valuadores se encuentran inmersos en la necesidad de valorar inmuebles certificados como sustentables o enfocados al ahorro energético, por lo que deberán de prepararse para conocer y adoptar los parámetros establecidos, reflejándolos en mecanismos de valuación y cálculo de costos del ciclo de vida que integren presupuestos de capital y de operación, que respalden los esfuerzos para generar información, métodos y prácticas esenciales en materia de valuación y establecimiento de garantías para la adecuada valuación de las edificaciones sustentables que apoyen la recopilación y análisis de información sobre rendimiento financiero y ambiental posterior a la ocupación, lo que mejorará el conocimiento sobre las características de la edificación sustentable y su financiamiento.<sup>5</sup>



<sup>5</sup>Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (2008). Edificación Sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos, Informe del Secretariado al Consejo conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 2008.



## 1.4 HIPÓTESIS

Al determinar los factores de sustentabilidad en inmuebles certificados con eficiencias energéticas y definirlos en el proceso de valuación inmobiliaria, para los avalúos comerciales, podremos exponer la plusvalía que presentan dichos inmuebles respecto de inmuebles convencionales, dándonos la pauta para que estos factores de sustentabilidad se integren en un modelo matemático dentro del avalúo comercial.

## 1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Hacer la revisión y análisis de la información existente desde un enfoque comercial y exponer la plusvalía que tienen los edificios certificados como sustentables o con ahorros energéticos y la incidencia que debe tener en el proceso de valuación inmobiliaria, estableciendo los factores valuatorios de sustentabilidad que se tienen que considerar para la valuación de estos edificios.

## 1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir y caracterizar las edificaciones sustentables.
- Mostrar los aspectos económicos en la construcción y operación de edificaciones sustentables.
- Precisar y caracterizar la certificación en la edificación sustentable.
- Mostrar la normatividad vigente aplicable para la certificación de la edificación sustentable.
- Exponer las características de la valuación inmobiliaria de edificaciones sustentables.
- Presentar los aspectos económicos en la valuación inmobiliaria de edificaciones sustentables.
- Concretar y caracterizar las eficiencias energéticas de las edificaciones sustentables.
- Exhibir los indicadores energéticos en las eficiencias energéticas de la edificación sustentable.
- Mostrar el marco normativo de las eficiencias energéticas en la edificación sustentable.
- Puntualizar las principales certificaciones de eficiencias energéticas en la edificación sustentable.
- Definir y caracterizar los factores valuatorios de las eficiencias energéticas en la edificación sustentable.
- Determinar el impacto económico y la plusvalía en la edificación sustentable



# SEGUNDA PARTE

## 2. MARCO TEÓRICO

Hay tres aspectos básicos que debemos explorar para el desarrollo y análisis de un modelo de valuación inmobiliaria para edificios con ahorros energéticos o sostenibles que complemente la metodología que hoy se utiliza para determinar el valor comercial del inmueble; el primero de ellos es la Edificación Sustentable, puesto que es de gran importancia el identificar y entender los tipos y las características de estos inmuebles; el segundo aspecto se centra en la Certificación de Inmuebles Sustentables, debido a que es necesario conocer los tipos y las particularidades de las principales certificaciones de eficiencia energética que se pueden presentar en un edificio; por último y como parte central de esta investigación tenemos la Valuación Inmobiliaria enfocada a la valuación de edificios que presentan certificaciones de sustentabilidad o eficiencias energéticas a fin de conocer cómo se puede interrelacionar y reflejar la plusvalía que tienen, en su valor comercial.

## 2.1 EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

La edificación sustentable es un término relativamente nuevo que tiene gran cantidad de equivalencias en todo el mundo y esto va dependiendo del momento en que se generó el concepto, el lugar, el idioma, la traducción e incluso el contexto en el que se describe, de tal suerte, podemos encontrarla, además de edificación sustentable, como “edificación sostenible”, “edificación verde”, “edificación con ahorros energéticos”, “eco-arquitectura”, “bio-arquitectura” “arquitectura ecológica”, “arquitectura ambientalmente consciente”, “arquitectura socialmente responsable”, entre los más mencionados.

Cabe señalar que en algunas ocasiones se puede confundir la arquitectura sustentable con ecotecnologías o domótica, sin embargo, esto es una rama de la arquitectura que toma la tecnología para resolver cuestiones no necesariamente de eficiencia energética, sino también de automatización en algunos sistemas pertenecientes a la construcción, ya sean elementos edilicios (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) o instalaciones especiales.

En la revisión, y por consiguiente, en la cita de los diferentes estudios, artículos, ensayos, normativas, leyes y demás documentos que en este estudio se exponen, se unificó el término para evitar confusiones al lector, cabe aclarar que se encontraron variaciones mínimas, que en su mayoría tienen que ver con la traducción o por el término que se maneja donde se originó dicho documento.





## 2.1.1 DEFINICIÓN DE EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

La Comisión para la Cooperación Ambiental (2008) nos indica que la Edificación Sustentable (Green Building en inglés o “edificio verde” como ellos lo denominan), se define como la utilización de prácticas y materiales respetuosos del medio ambiente (con ventaja ambiental o ambientalmente preferibles) en la planeación, diseño, ubicación, construcción, operación y demolición de edificaciones. El término se aplica tanto a la renovación y acondicionamiento de inmuebles preexistentes como a la construcción de nuevos edificios, sean habitacionales o comerciales, públicos o privados.<sup>6</sup>

Brian Edwards (2009) nos indica que la Arquitectura Sustentable genera varias subdefiniciones relevantes para cualquier proyecto arquitectónico como lo son: el Proyecto Sustentable, los Materiales Sustentables y la Construcción Sustentable.<sup>7</sup>

Nos dice Norman Foster (1999) que el Proyecto Sustentable es la creación de edificios que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, saludables, cómodos, flexibles en el uso, y pensados para tener una vida útil larga.<sup>8</sup>

<sup>6</sup>Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (2008). Edificación Sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos, Informe del Secretariado al Consejo conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 2008.

<sup>7</sup>Brian E. (2009). Rough Guide to Sustainability. Riba Publishing.

<sup>8</sup>Foster N. (1999). Norman Foster: Obras Seleccionadas y Actuales de Foster and Partners. Paraninfo, Editorial S. A.



Brian Edwards (2004) nos indica que los Materiales Sustentables son aquellos materiales y productos de construcción saludables, duraderos, eficientes en cuanto al consumo de recursos y fabricados minimizando el impacto ambiental y maximizando el reciclaje.<sup>9</sup>

De acuerdo a la Building Services Research and Information Association (1996), la Construcción Sustentable se refiere a la creación y gestión de edificios saludables basados en principios ecológicos y en el uso eficiente de los recursos.<sup>10</sup>

En el apartado de los edificios sustentables o arquitectura sustentable, nos dice Manuel Gausa (2002) que es aquella que tiene en cuenta el medio ambiente y que valora, cuando proyecta los edificios, la eficiencia de los materiales y de la estructura de construcción, los procesos de edificación, el urbanismo y el impacto que los edificios tienen en la naturaleza y en la sociedad. Pretende fomentar la eficiencia energética para que esas edificaciones no generen un gasto innecesario de energía, aprovechen los recursos de su entorno para el funcionamiento de sus sistemas y no tengan ningún impacto en el medio ambiente.<sup>11</sup>

<sup>9</sup>Brian E. (2004). Guía Básica de Sostenibilidad. Gustavo Gili.

<sup>10</sup>Building Services Research and Information Association. (1996). BSRIA: Independent building test, research, instruments and information.

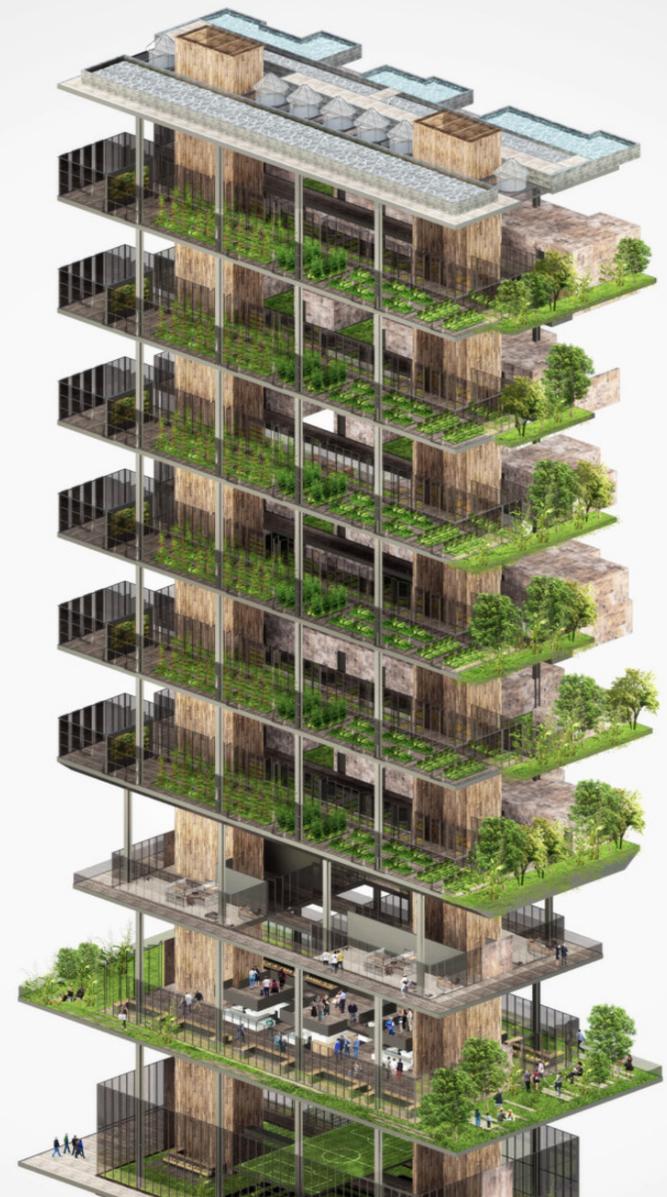
<sup>11</sup>Manuel G. (2002). Diccionario Metápolis arquitectura avanzada, edición ilustrada. Actar.

## 2.1.2 TIPOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

En la norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable. Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos, publicada por la Secretaría de Economía en 2013, se explican las tipologías y lineamientos para las edificaciones sustentables mismos que se homologan a normativas y regulaciones de carácter internacional.<sup>12</sup>

Haciendo una paráfrasis de la norma en mención, podemos decir que la Edificación Sustentable se desarrolla bajo tres principios fundamentales: el Económico, el Social y el Medio Ambiental, en donde encontramos algunos beneficios y tipologías que tienen la finalidad de reducir la huella de carbono de los inmuebles.

De acuerdo a la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, en el reporte "Edificación Sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos" publicado en 2008, dentro de los beneficios económicos, tenemos que, comparados con una edificación convencional, los edificios sustentables que han sido construidos con esta condición incrementan su costo de construcción, pero



<sup>12</sup>Secretaría de Economía de México. (2013). Norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable, Criterios y Requerimientos Ambientales, Mínimos.

rebasan por mucho la inversión inicial debido al tiempo de vida de los mismos, recuperando dicha inversión en un lapso de entre tres a cinco años. Disminuye el consumo principalmente de energía eléctrica y de agua, lo que significa la reducción de gasto en estos servicios.<sup>13</sup>

De acuerdo al U.S. Green Building Council (Consejo Estadounidense de la Edificación Sustentable o USGBC por sus siglas en inglés) en su reporte "Green Building Facts" ("Hechos de la Construcción Verde") publicado en 2008, se indica que, dentro de los beneficios Sociales, encontramos la mejoría en la calidad de vida de los usuarios al cambiar el ambiente interior de los edificios, es decir, al mejorar la calidad del aire, niveles de iluminación, tener un confort térmico y control de ruido, se generan espacios más confortables, seguros y saludables para quienes trabajan en este tipo de edificaciones, mejorando el rendimiento laboral en espacios comerciales.

Dentro de los beneficios Ambientales, encontramos la protección del ecosistema, la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) gracias a un mejor tratamiento de los residuos así como el reciclaje de los mismos, la conservación de recursos naturales, una mejora en la calidad del aire y del agua, así como en el transporte.



<sup>13</sup>Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (2008). Edificación Sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos, Informe del Secretariado al Consejo conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 2008.

## 2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Las principales características en la edificación sustentable y que implican los tres aspectos antes mencionados son:

- Utiliza y optimiza los recursos naturales que tiene en su entorno y ecosistema como lo son el aire, el agua, el sol y la vegetación.
- Es eficiente en las energías que utiliza (energía pasiva y activa), procurando su reutilización o transformación para un nuevo uso.
- Utiliza energías renovables, respetuosas con el medio ambiente, procurando contaminar lo menos posible disminuyendo la producción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Está estructurada de tal manera que aproveche la luz solar y la ventilación natural para generar confort térmico en sus ocupantes.
- Tiene en cuenta el ecosistema y el entorno en el que se asienta, evitando interferir de forma negativa en él.
- Tiene como principio fundamental el ahorro energético, lo que se traduce directamente en un ahorro económico.
- Utiliza materiales reciclables a los que, al final de su vida útil, se pueda dar un segundo uso para contaminar menos y aprovechar mejor los recursos.

## 2.1.4 ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

- Reduce la generación de desechos sólidos y con ello la contaminación y degradación del medio ambiente.
- Está integrado tomando en cuenta las costumbres, la cultura y la arquitectura de la zona en la que se asienta.
- Es también un edificio que tenga la capacidad de enseñar y educar a sus ocupantes a respetar el medio ambiente y fomentar el ahorro energético.

Al escuchar el término de edificación sustentable, comúnmente se piensa en los aspectos ambientales, sin embargo, y como se indica en los puntos anteriores, el término es mucho más amplio e incluye también aspectos sociales y económicos.

U.K. Green Building Council (Consejo del Reino Unido de la Edificación Sustentable o UKGBC por sus siglas en inglés) ha realizado varios estudios referentes al aspecto económico de la edificación sustentable, en su reporte "The Business Case for Green Building: A Review of the Cost and Benefits for Developers, Investors and Occupants." ("El Caso Comercial para la Construcción Sustentable: Una Revisión del Costo y los Beneficios para los Desarrolladores, los Inversionistas y los Ocupantes.") publicado en 2013, demuestra que existe una gran cantidad de beneficios al desarrollar proyectos de construcción sustentable, que favorecen a los distintos factores involucrados durante el ciclo de vida de un edificio. Aun así, un tema que sigue causando polémica es si resulta posible agregar valor financiero a los beneficios de desarrollar construcciones sustentables, lo que



representa un dato crucial para la comunidad de prestamistas e inversionistas inmobiliarios.<sup>14</sup>

Este mismo Consejo, en otro informe denominado "Capturing the value of sustainability: Identifying the links between sustainability and business value." ("Capturando el Valor de la Sustentabilidad: Identificando los Vínculos entre la Sustentabilidad y el Valor del Negocio."), publicado en 2018, identificó once controladores de valor para las empresas que se dedican a la construcción de edificaciones sustentables. Un controlador de valor se define como: "Cualquier variable o factor (es decir, un recurso, actividad o condición) que puede ser influenciado, medido, administrado y controlado y, a su vez, afecta el valor del negocio por uno o más de los siguientes medios: reduce el riesgo, aumenta la rentabilidad, conduce al crecimiento futuro de la rentabilidad".<sup>15</sup>



Las actividades empresariales sustentables pueden tener un impacto positivo en uno o más de los impulsores del valor y, a su vez, mejorar el valor del negocio. Los cuatro impulsores de valor destacados (ahorro de costos, atracción y retención de talentos, marca y reputación, atracción y retención de clientes) fueron identificados por los miembros del U.K. Green Building Council (Consejo del Reino Unido de la Edificación Sustentable o UKGBC por sus siglas en inglés) como los actuales impulsores de valor de alta prioridad y son el foco del informe.

El informe se centra en la investigación de los costos y beneficios comerciales de las construcciones sustentables en cinco categorías claves:

**COSTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.** Las investigaciones demuestran que las edificaciones sustentables

<sup>14</sup>U.K. Green Building Council. (2013). The Business Case for Green Building: A Review of the Cost and Benefits for Developers, Investors and Occupants.

<sup>15</sup>U.K. Green Building Council. (2018). Capturing the Value of Sustainability: Identifying the Links Between Sustainability and Business Value.

no necesariamente son más costosas, especialmente si desde el inicio se integran al proceso de desarrollo las estrategias económicas, una adecuada administración del programa y las estrategias ambientales; algunos investigadores lo denominan como “diseño integrado”; al incorporar estas estrategias se reducen los costos de construcción y se ha demostrado que han tenido un ligero incremento comparados con la edificación convencional.

Si bien puede haber un costo adicional asociado, en comparación con los proyectos de edificios convencionales, el sobrecosto por lo general no es tan alto como se tiende a pensar en la industria y el retorno de la inversión mejora en un 6.6% comparado también con la edificación convencional.

**VALOR COMO ACTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.** A medida que los inversionistas y los residentes comprenden la importancia de los impactos ambientales y sociales de las edificaciones sustentables, aumentan las posibilidades ante la comercialización de este tipo de edificios.

Estudios realizados en todo el mundo, presentados en este informe, demuestran que las construcciones sustentables atraen a más

arrendatarios e impulsan los precios de renta y venta. En aquellos mercados donde este tipo de edificaciones se ha vuelto más común han comenzado a surgir los denominados “descuentos cafés” (este término se refiere a dar una menor valía o descuento en el precio de arrendamiento de inmuebles convencionales comparado con los costos de arrendamiento de inmuebles sustentables), que apuntan a los edificios con menos características sustentables, que finalmente, se arrendan o venden a un menor precio. La proporción de ocupación y de rentabilidad de los inmuebles sustentables incrementa en un 3.5% y 3%, respectivamente; por consiguiente, aumenta el valor de los inmuebles sustentables y su rentabilidad para quien construye y/o mantiene el edificio.

**COSTOS OPERATIVOS EN LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.** Las construcciones sustentables han demostrado que se puede ahorrar dinero mediante la reducción en el consumo principalmente de energía eléctrica y de agua teniendo costos operacionales y de mantenimiento más bajos en el largo plazo. El ahorro energético de estos proyectos generalmente supera cualquier costo adicional de diseño y construcción, y la inversión se recupera en un periodo razonablemente corto que oscila entre los 3 y 5 años.



Para alcanzar la utilidad proyectada, la edificación sustentable debe estar respaldada por una eficaz habilitación o puesta en servicio, una administración efectiva y una continua colaboración entre los dueños y los residentes, con esto se reducen gastos de funcionamiento y mantenimiento en la operación cotidiana de la edificación sustentable hasta en un 9% en comparación con la edificación convencional.

**PRODUCTIVIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.** Estudios indican que los atributos sustentables en el diseño de los edificios y los ambientes interiores pueden mejorar la productividad, la salud y el bienestar de los trabajadores, lo que se traduce en beneficios reales para las empresas, de acuerdo con el U.S. Green Building Council (Consejo Estadounidense de la Edificación Sustentable o USGBC por sus siglas en inglés) en su reporte “Green Building Facts” (“Hechos de la Construcción Verde”) publicado en 2008, se aumenta hasta en un 27% la satisfacción de los ocupantes de edificaciones sustentables.<sup>16</sup>

A pesar de la evidencia que existe en relación al impacto positivo de la edificación sustentable, no se ha priorizado una mayor calidad de los ambientes interiores en términos de diseño y construcción, y su principal causa siguen siendo los motivos financieros principalmente porque se concibe la edificación sustentable desde el punto de vista de la rehabilitación de la edificación convencional.

Si bien, hacen falta más estudios, queda claro que invertir más en la edificación sustentable y en sus ambientes interiores puede generar mayores ganancias gracias a uno de los principales activos de todas las empresas; sus empleados.

<sup>16</sup>U.S. Green Building Council. (2008). Green Building Facts.

## 2.2 CERTIFICACIÓN EN LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



La certificación en edificios sustentables es un sistema de evaluación por el cual se acredita que una edificación se ajusta a los lineamientos o estándares de los organismos certificadores, basado en el análisis parcial del ciclo de vida y análisis de desempeño del edificio. La certificación otorga una categoría o nivel al alcanzar cierto puntaje según la escala y conceptos a aprobar de cada sistema. Los conceptos o parámetros de sustentabilidad van de acuerdo al uso del edificio (vivienda, comercial, salud o educación). La certificación en México es un proceso al cual se ingresa de manera voluntaria, en algunos países europeos como España y Holanda, la certificación es obligatoria; generalmente esta certificación le otorga un valor agregado a una edificación, convirtiéndola en sustentable, eficiente o “verde” como se le denomina en algunos países de Europa y en Norteamérica.

Un organismo certificador es el encargado de avalar y dar cumplimiento a este estándar y/o norma, y está acreditado para otorgar la certificación y realizar revisiones periódicas al edificio.

Si bien es cierto que tomar las medidas nece-

sarias para la certificación implica un gasto adicional, desde el nivel de proyecto hasta la construcción, en algunos casos terminando en el pago de la certificación solicitada, es evidente que se recupera la inversión en el ciclo de vida del edificio, en los costos por operación con mayor eficiencia de energía y se beneficia a sus usuarios. La certificación de edificaciones sustentables es importante ya que evidencia y da certeza de los beneficios, indicados para este tipo de construcciones.



## 2.2.1 TIPOLOGÍAS DE NORMATIVIDAD O CERTIFICACIONES SUSTENTABLES A NIVEL GLOBAL APLICABLES EN MÉXICO

A nivel mundial, desde hace poco más de 25 años y con la aprobación de la Agenda XXI en la primera Cumbre de la Tierra para el Desarrollo Sustentable conocida como “Río 92”, en algunos países se inició la implementación de sistemas con estándares técnicos, sin carácter obligatorio, que sirvieran como esquema de certificación para edificios sustentables.

El primero de ellos fue el “Building Research Es-

tablishment Environmental Assessment Methodology” (BREEAM®, por sus siglas en inglés) en Reino Unido en 1990, creado por U.K. Building Research Establishment.<sup>17</sup>

Mientras que en 1994, David Gottfried dentro de un grupo de empresas privadas fundó en San Francisco, Estados Unidos el U.S. Green Building Council, desarrollador del sistema actual de certificación para edificación sustentable “Leadership in Energy and Environmental Design” (LEED® por sus siglas en inglés).<sup>18</sup>

<sup>17</sup>UKBRE. (2018). Certificación BREEAM®. Watford, Reino Unido, Sustainable Building Alliance. <https://www.breeam.com/>. 13 de febrero de 2018.

<sup>18</sup>USGBC. (2018). Certificación LEED®. Washington D.C., Estados Unidos. U.S. Green Building Council. <https://new.usgbc.org/leed/>. 13 de marzo de 2018.



En México, el Instituto Mexicano de Edificación Sustentable (IMES) creado en 2005 presentó la “Metodología de Evaluación de Edificaciones Sustentables” (MEES por sus siglas en español) que fomenta una construcción más sustentable.<sup>19</sup>

En la Ciudad de México, en 2008, se generó el primer “Programa de Certificación para Edificaciones Sustentables”, por parte del entonces Gobierno de Distrito Federal, mismo que se utiliza únicamente como un sistema de evaluación y no como una certificación obligatoria.<sup>20</sup>

La Secretaría de Energía (2017) presentó una iniciativa para la “Eficiencia Energética de las Edificaciones en México” y se presenta como un conjunto de especificaciones técnicas, de aplicación obligatoria, que integran tecnología de punta para asegurar un uso más eficiente de la energía, en las construcciones que se edifiquen en el país. Esta iniciativa se basa en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Eficiencia Energética y fueron elaboradas bajo la coordinación de la Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía (CONUEE), perteneciente a la Secretaría de Energía.<sup>21</sup>

<sup>19</sup>Muñiz M. (2016). Curso Introductorio MEES. Naucalpan de Juárez, México. Slide Share. <https://www.slideshare.net/MiltonMuiz/curso-audidores/>. 6 de marzo de 2018.

<sup>20</sup>Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) Gaceta oficial del Distrito Federal del 25 de noviembre de 2008.

<sup>21</sup>Secretaría de Energía de México. (2017). Hoja de Ruta para el Código y Normas de Eficiencia Energética para Edificaciones en México.

## 2.2.2 TIPOLOGÍAS DE NORMATIVIDAD O CERTIFICACIONES SUSTENTABLES EN MÉXICO APLICABLES A NIVEL LOCAL

De entre las principales normativas en las cuales se basan algunas certificaciones aplicables a los edificios sustentables que encontramos en México y que se aplican a nivel sectorial tenemos:

1. Norma NMX-AA-171-SCFI-2014, Requisitos y Especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de Hospedaje. Esta norma emitida por la Secretaría de Economía en el año 2014, tiene como objetivo establecer los requisitos y especificaciones de desempeño ambiental para la operación de establecimientos de hospedaje en la República Mexi-

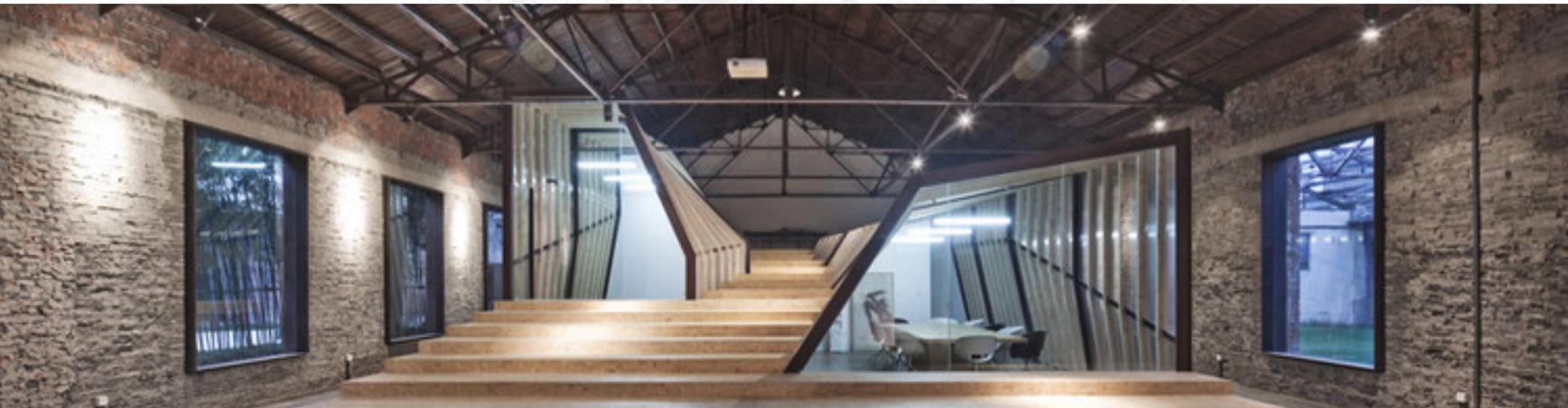
cana. Aplica a los interesados en demostrar el cumplimiento de los requisitos de desempeño ambiental turístico en todo el territorio nacional; cuyo principal requisito es usar el 30% de la energía de tu hotel con energía solar usando ecotecnologías para brindar el servicio de agua caliente a sus huéspedes. Cabe mencionar que esta norma es aplicable únicamente para el sector turístico, sin embargo, aún no entra en vigor, se mantiene en fase de consulta hasta que la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía haga la declaratoria de vigencia y fije la fecha de entrada en vigor.<sup>22</sup>

<sup>22</sup>Secretaría de Economía de México. (2014). Norma mexicana NMX-AA-171-SCFI-2014, Requisitos y Especificaciones de Desempeño Ambiental de Establecimientos de Hospedaje.

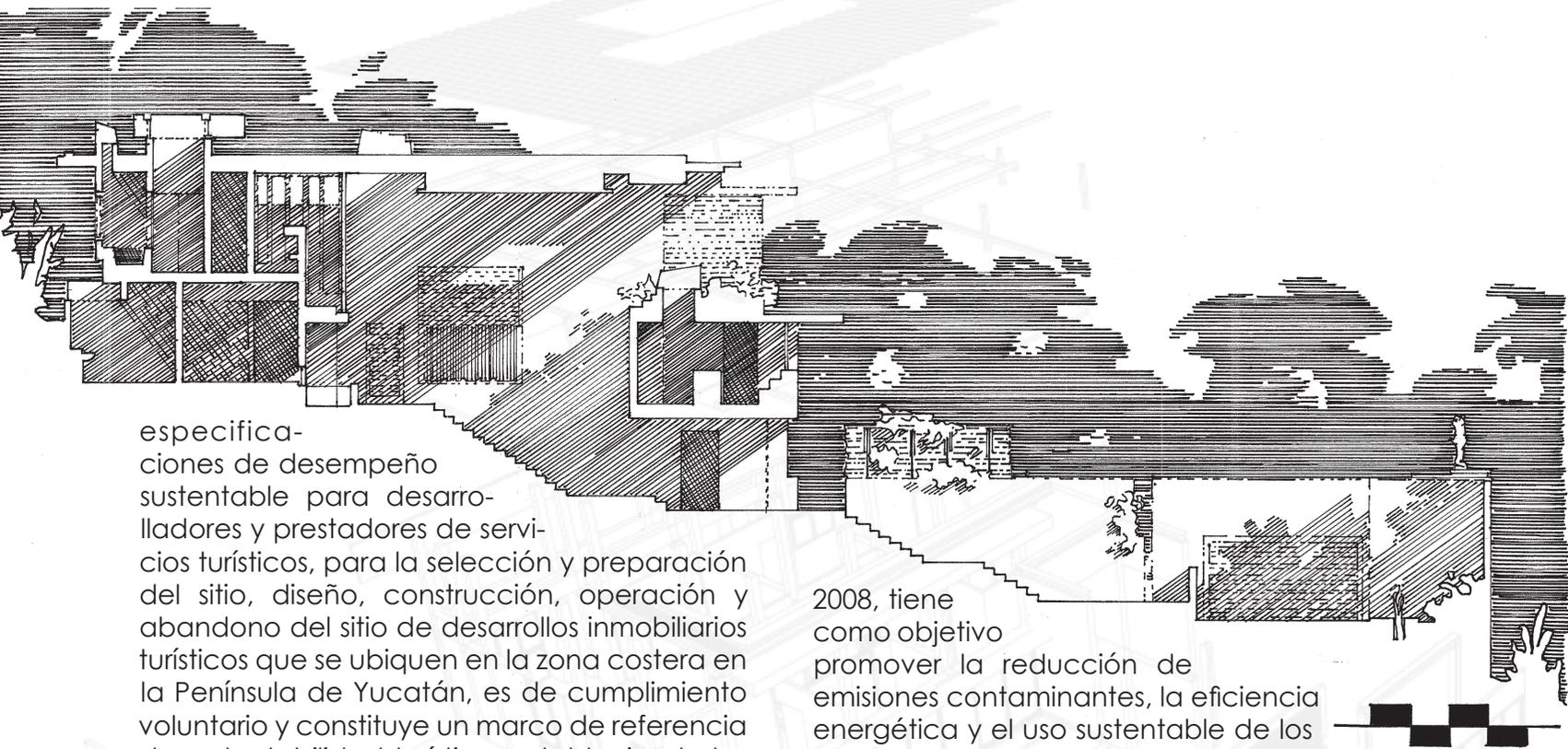
2. Norma NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable, Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos. Esta norma emitida por la Secretaría de Economía en el año 2013, tiene como objetivo especificar los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable para contribuir en mitigar impactos ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural; es de aplicación voluntaria para todas las edificaciones que se ubiquen dentro del territorio nacional, públicas o privadas, destinadas en su totalidad o en uso mixto a diferentes actividades de índole habitacional, comercial, de servicios o

industrial; aplica a las edificaciones y sus obras exteriores. Ya sea individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes, sobre uno o varios predios, en arrendamiento o propias. Se aplica a diferentes fases: diseño, construcción, operación, mantenimiento y demolición, incluyendo proyectos de remodelación, renovación o reacondicionamiento del edificio.<sup>23</sup>

3. Norma NMX-AA-SCFI-157-2012, Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad para la selección del Sitio, Diseño, Construcción, Operación y Abandono del Sitio de Desarrollos Inmobiliarios Turísticos en la Zona Costera de la Península de Yucatán. Esta norma fue emitida por la Secretaría de Economía en el año 2012, tiene como objetivo establecer requisitos y



<sup>23</sup>Secretaría de Economía de México. (2013). Norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable, Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos.



especificaciones de desempeño sustentable para desarrolladores y prestadores de servicios turísticos, para la selección y preparación del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos que se ubiquen en la zona costera en la Península de Yucatán, es de cumplimiento voluntario y constituye un marco de referencia de sustentabilidad turística, estableciendo las bases para un esquema de certificación, según información de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).<sup>24</sup>

4. Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), este programa fue emitido por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México en el año

2008, tiene como objetivo promover la reducción de emisiones contaminantes, la eficiencia energética y el uso sustentable de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones de la Ciudad de México, asimismo, busca establecer un estándar para calificar los edificios tanto habitacionales, como comerciales y ofrecer así una serie de incentivos fiscales, que van desde descuentos en el impuesto predial y licencias de construcción, hasta financiamientos a tasas preferenciales y rapidez en la ejecución de trámites.<sup>25</sup>

<sup>24</sup>Secretaría de Economía de México. (2012). Norma mexicana NMX-AA-157-SCFI-2012, Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad para la Selección del Sitio, Diseño, Construcción, Operación y Abandono del Sitio de Desarrollos Inmobiliarios Turísticos en la Zona Costera de la Península de Yucatán.

<sup>25</sup>Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES). Gaceta oficial del Distrito Federal del 25 de noviembre de 2018.

5. Hipoteca Verde del INFONAVIT. Este crédito fue creado en 2010 por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), tiene como objeto que todas las viviendas financiadas a través de este instituto deben contar con ecotecnologías (como ellos las denominan y que se refieren a los accesorios ahorradores de agua, luz, gas y que mitigan las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente) para que el derechohabiente pueda comprar una vivienda sustentable y, en caso necesario, se otorga un monto de crédito adicional que forma parte del financiamiento y así contribuir en la obtención de una mayor calidad de vida ya que estas ecotecnologías, además del cuidado al medio ambiente, aseguran un ahorro promedio de entre \$100 y \$400 pesos mensuales en los consumos de agua, energía eléctrica y gas, dependiendo de la localidad y el clima donde se ubique la vivienda.<sup>26</sup>

6. Sisevive - Ecocasa del INFONAVIT. Es un sistema de evaluación de la vivienda sustentable (o vivienda verde como es denominada por este instituto) mismo que fue creado en 2012 y tiene como objetivo, desde una perspectiva energética y medioambiental, evaluar integralmente elementos del diseño, características constructivas y tecnológicas de cualquier

vivienda ubicada en México; asimismo teniendo como premisa el confort térmico y el consumo racional del agua, el sistema otorga una mejor calificación a aquellas viviendas que tienen una menor demanda de energía y agua, respecto a una vivienda convencional de referencia. Este sistema otorga una calificación de acuerdo a la escala establecida y que consta de una letra que va de la "A" a la "G", donde la letra "A" se califica como altamente eficiente y la "G" se califica como menos eficiente.<sup>27</sup>



<sup>26</sup>INFONAVIT. (2018). Hipoteca Verde. Ciudad de México, México. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

<sup>27</sup>[http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido\\_mi\\_casa/hipoteca+verde/](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido_mi_casa/hipoteca+verde/). 21 de marzo de 2018

## 2.3 VALUACIÓN INMOBILIARIA EN LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Relacionando los sistemas de valuación inmobiliaria y las eficiencias energéticas de inmuebles sustentables, podemos apreciar que en las últimas dos décadas se han hecho algunos trabajos que intentan determinar la plusvalía que generan las eficiencias energéticas en los inmuebles con estas características, tomando estas últimas como determinadores cuantitativos de la plusvalía generada, independientemente que cuenten con una certificación que valide que sea un inmueble sustentable.

Entre los investigadores que han realizado trabajos a nivel internacional, destacamos a Rick Nevin y Gregory Watson (1998), quienes realizaron un estudio de mercado residencial con construcciones convencionales que sufrieron mejoras enfocadas a la eficiencia energética y se volvieron sustentables, en dicha investigación establecieron que sí los comparables usados en el avalúo no reflejan el costo de la inversión en eficiencia energética, es probable subestimar el valor de una vivienda sustentable. Aplicaron el método de mercado a la base de datos de la Encuesta "American Housing Survey" ("Encuesta de Vivienda Americana"), realizada a propietarios de viviendas

en los Estados Unidos. Mediante un análisis de regresión múltiple, se confirmó que existe una clara convergencia entre el valor de una vivienda y su eficiencia energética teniendo como una conclusión que la eficiencia energética aumenta el valor de la casa en una cantidad que refleja el ahorro anual del consumo de energía eléctrica descontado la tasa de interés de la hipoteca prevaleciente después de impuestos.<sup>28</sup>

El enfoque dado a esta investigación fue cuantitativo y se centró en el ahorro obtenido de la eficiencia energética que se obtuvo del inmueble contra el gasto de energía eléctrica que se tendría en un inmueble convencional.

En el ámbito nacional encontramos un estudio de Jesús Manuel Fitch y David Morillón (2001) llamado "El Confort Térmico como Variable Adicional al Método Racional de Valuación de Inmuebles", quienes mostraron mediante el comportamiento térmico de un inmueble, cómo puede variar su valor comercial. A través de la aplicación del balance térmico, descrito en las normas oficiales mexicanas para la eficiencia energética, así como el diseño de la envolvente y mediciones de campo; convergieron en un resultado común, determinando

<sup>28</sup> Nevin R., Watson G. (1998). Evidence of Rational Market Valuations for Home Energy Efficiency. Chicago, Illinois. The Appraisal Journal. The Appraisal Institute.



que el realizar un análisis del gasto energético es consecuencia del comportamiento térmico de las edificaciones, por lo cual es posible extraer los gastos de operación del inmueble en lo que corresponde a los consumos de electricidad. Dichos gastos de operación, a lo largo de la vida útil del inmueble, le agregan o restan valor según sea el caso, obteniendo así su valor comercial y su comportamiento económico basado en su operación, donde indican que pueden tener una plusvalía.

Estos investigadores propusieron estimar el valor agregado que podría tener un inmueble a través de la adecuación de su diseño al ambiente energético, reflejando éste en los gastos de operación durante su vida.

De acuerdo a este estudio, un diseño eficiente, que garantice confort térmico a sus ocupantes, representa un incremento del valor inmobiliario del 25% aproximadamente. Para definir la eficiencia energética y determinar su valor de mercado, introdujeron estas variables: El confort térmico que se refiere al usuario y los gastos operativos, que incluye el uso de sistemas activos de climatización de forma reducida.<sup>29</sup>

Por otra parte, Axa Rojas (2003) realizó una

investigación sobre la relación que existe entre el valor de un inmueble y su eficiencia energética. Este trabajo planteó la necesidad y posibilidad de incorporar el rendimiento energético, como consecuencia de un diseño arquitectónico adecuado a las condiciones climáticas, en el valor de mercado, para lo cual se estableció la eficiencia energética como un factor determinante en la valoración del inmueble. Según la anticipación de flujos de caja, el ahorro obtenido en función de un menor consumo energético le daría un mayor valor adquisitivo teórico, dado que el valor de mercado es una representación del valor de intercambio estimado al más alto y mejor uso, en un mercado estable y regido por la oferta y la demanda.

Según las variables económicas de mercado (tasas de interés, tasas de aumento del precio del kilowatt hora (kWh), tasas cambiarias, costos de equipos de climatización, entre otros), se realizó un análisis técnico-económico de los dos tipos de vivienda, uno denominado Vivienda Convencional y otro, denominado vivienda propuesta. Esta valoración económica se centró en la comparación de la diferencia entre los costos totales en valor

<sup>29</sup>Fitch J. M. y Morillón D. (2001). El confort térmico como variable adicional al método tradicional de valuación de inmuebles: Caso vivienda del área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México”, Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES, Vol. 5, ISSN-0329-5184, 01.87-01.91, Argentina.



presente de las viviendas, para lo cual se sumó la inversión inicial de cada uno de los modelos a los costos operativos en valor presente, los cuales constituyeron los flujos de caja anticipados y estuvieron integrados por el costo de los equipos de climatización y por el consumo en electricidad.<sup>30</sup>

Asimismo, Dirk Brounen, Nils Kok y Jaco Menne (2009), realizaron un estudio sobre el comportamiento, implementación y evaluación en la Unión Europea, de la certificación Energética en el mercado inmobiliario de viviendas. Para lo cual, utilizaron el mercado inmobiliario holandés como un laboratorio, con una base de datos de más de 100.000 transacciones de viviendas en 2008. Los resultados mostraron que cuando la certificación energética no es obligatoria, la adopción de la certificación es baja entre viviendas unifamiliares bien mantenidas, localizadas en regiones donde la competencia entre los compradores es baja.

Sin embargo, el análisis de viviendas sustentables con certificado de ahorro energético consideradas en este estudio, mostró una incidencia significativa en los

precios de edificaciones sustentables, con la calificación energética que se otorga por el grado de sustentabilidad del inmueble. El estudio contempló el análisis de diversas características de la vivienda, incluyendo: calidad del aislamiento, mantenimiento del interior, área de la vivienda, área de las ventanas, material de pisos y paredes, número de plantas, potencial de ventilación cruzada y presencia de esquemas de sombreado, entre otros. Los resultados mostraron que los consumidores reconocieron el valor agregado que representaba la compra de una vivienda sustentable.

Se aplicó el Análisis Hedónico a través de la Regresión Semi logarítmica. Los resultados fueron los siguientes: Una vivienda con un nivel de eficiencia energética "A" (altamente eficiente), obtuvo un valor de venta aproximado 12% mayor que una vivienda con un nivel "G" (menos eficiente). En la Unión Europea existe una normativa denominado el RD47/2007 que regula la certificación energética de los edificios de nueva construcción y el RD235/2013 utilizada en los edificios existentes; estas leyes obligan a clasificar los inmuebles con una letra dentro de una escala de la "A" a la "G". Dicha escala está relacionada con indicadores directamente vinculados a las emisiones de CO<sub>2</sub>. La escala de calificación energética

<sup>30</sup>Rojas A. (2003). Relación entre el Valor de un Inmueble y su Eficiencia Energética. Trabajo de Grado para obtener el Grado de Magister Scientiarum en Catastro y Avalúo Inmobiliario. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.

mide el consumo de energía que se considera necesario para satisfacer la demanda energética del edificio, así como sus emisiones de CO<sub>2</sub>, en condiciones normales de uso.<sup>31</sup>

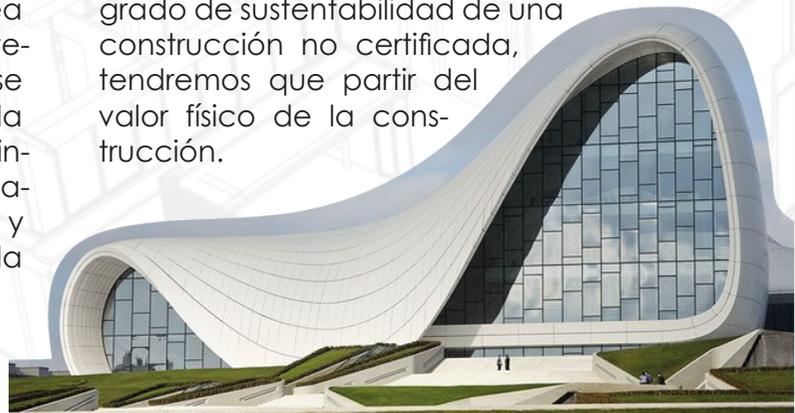
Por otro lado, María de los Ángeles Díaz de León (2013) realizó la investigación donde plantea una metodología que cuenta con lineamientos para obtener valores reales cualitativos y cuantitativos del objeto de estudio y así poder encausarlos en una metodología para valorar casas sustentables o ecológicas (como ella las denomina) que no cuenten con alguna certificación de ahorro energético, observando dos etapas principales.<sup>32</sup>

En la primera parte trata el conocimiento del objeto de estudio, realizando análisis de siete viviendas sustentables establecidas en el área de estudio para seleccionar mediante criterios de eficiencia energética, entendiéndose como elementos que permiten organizar la información y que a su vez son descritos por indicadores, los cuales representan cualitativa o cuantitativamente dichos criterios y así obtener el nivel de sustentabilidad de cada vivienda.

En la segunda etapa de este estudio se plantea la aplicación del índice obtenido en el

avalúo de las viviendas sustentables elegidas, en esta investigación se pretendió determinar porcentajes que miden la sustentabilidad de una vivienda y apreciar si es o no sustentable, basándose en criterios e indicadores de eficiencia energética.

Como parte de sus conclusiones habla de las soluciones dentro de la práctica de la valuación, mismas que deben valorar el capital natural aplicado al inmueble para no sólo apreciar lo tangible, sino lo intangible, afectando para bien el valor del inmueble, asimismo, nos indica que la construcción sustentable puede considerarse aún como un caso atípico ya que las eficiencias energéticas aplicadas a las construcciones tienen sistemas constructivos mixtos, por lo que, si queremos determinar el grado de sustentabilidad de una construcción no certificada, tendremos que partir del valor físico de la construcción.



<sup>31</sup>Brounen D., Kok N. y Menne J. (2009). Energy Performance Certification in the Housing Market Implementation and Valuation in the European Union.

<sup>32</sup>Días de León M. de los A. (2013). Metodología para valorar Vivienda Ecológica, Ponencia, Colegio de Valuadores de Puebla A.C.

## 2.3.1 ASPECTOS ECONÓMICOS EN LA VALUACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES

A photograph showing the interior of a modern building. The ceiling is a complex, circular structure with multiple circular skylights. The skylights are arranged in a pattern, and the ceiling is made of a material that looks like wood or a similar natural material. The lighting is warm and focused on the skylights. The overall design is clean and modern.

En la actualidad, los investigadores, los diseñadores y los propietarios están detectando que, si se centran en la sustentabilidad desde el inicio del proceso de construcción de un edificio, se pueden revelar técnicas que proporcionarán beneficios medioambientales y sociales sin necesidad de incrementar los costos de construcción. Por ejemplo: con solo orientar y diseñar un edificio de modo tal que se optimicen las ventanas y la ganancia de calor solar pasivo, puede permitirse a los constructores y a los arquitectos incluir menos consumo de energía y ser más sustentables en el diseño, además de ofrecer luz natural, lo que puede aumentar la productividad de los empleados sin generar gastos de construcción adicional.

Un edificio sustentable puede, incluso, ayudar al propietario a evitar gastos cuando se inicia el proyecto. La selección de equipos de refrigeración es un buen ejemplo: sí el diseño de un edificio sustentable minimiza el desperdicio de calor gracias al uso de equipos de iluminación eficientes, como la tecnología LED o de plasma, e incluye un revestimiento edi-

licio (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) que hace un uso eficiente de la energía, puede reducirse en gran medida la capacidad de refrigeración necesaria para el edificio. Así, puede eliminarse la necesidad de comprar un enfriador adicional, de modo que se reduce significativamente el presupuesto del proyecto.

El enfoque de "diseño integrado", es relativamente nuevo en la industria de la construcción, está adquiriendo un rol cada vez más protagónico. Algunos estudios recientes demuestran que la construcción de edificios sosten-

tables por medio de un enfoque de "diseño integrado" puede dar como resultado un sobrecosto pequeño o inexistente en comparación con edificios convencionales. Un estudio comandado por Greg Kats denominado "The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. A Report to California's Sustainable Building Task Force" ("Los Costos y Beneficios Financieros de los Edificios Sustentables. Un Informe al Grupo de Trabajo de Construcción Sustentable de California") hecho en 2003, realizado en 25 edificios de oficinas y ocho escuelas que deseaban obtener la certificación del sistema de certificación de edificios sustentables LEED®, encontró un sobrecosto pequeño asociada con la realización de los pasos necesarios para los niveles básicos de la certificación, con una prima más sustancial para el único edificio que deseaba alcanzar el estatus Platino.<sup>33</sup>

Sin embargo, unos años después, un análisis realizado en 83 edificios que deseaban obtener la certificación LEED® comparados con un grupo de control de 138 edificios convencionales y normalizados para funciones edilicias (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) y otros factores de costo importantes, no encontró "diferencias importantes en el costo para los edificios sustentables en comparación con los edificios no sustentables".<sup>34</sup>

<sup>33</sup>Kats G. (2003). The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. A Report to California's Sustainable Building Task Force. Capita E.

<sup>34</sup>Mathiessen L. F. y Morris P. (2007). The Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption. Davis Langdon.

Un edificio sustentable puede tener bajos o nulos costos adicionales, pero no surge de la nada. El cambio de proceso necesario para diseñar y construir un edificio de manera integrada requiere de esfuerzo, y debe percibirse como un valor agregado suficiente para absorberse por parte de la industria. Los propietarios y los desarrolladores quieren tener la seguridad de que el edificio sustentable no solo no costará más, sino que, además, producirá los beneficios sustanciales suficientes para justificar el esfuerzo.

Naturalmente, uno de los beneficios de los edificios sustentables es su uso como vehículo de relaciones públicas. El público espera que se respeten ciertos estándares de ecología en las organizaciones y estructuras con las que interacciona. Los edificios sustentables actúan como mensajes físicos y permanentes sobre el compromiso de una organización con la defensa del medioambiente y su responsabilidad al respecto.

No obstante, la inversión en un edificio sustentable va más allá de la buena voluntad o el sentimiento altruista de responsabilidad social; también puede ayudar a los propietarios a cumplir con responsabilidades legales y tareas fiduciarias. La preocupación con respecto al

cambio climático incita a los gobiernos a promulgar leyes que exigen la implementación de medidas para reducir el uso de carbono. De manera similar, los accionistas demandan cada vez más que las empresas realicen una gestión responsable respecto del medio ambiente y las emisiones de Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), y aborden sus propios riesgos de cambio climático. Los edificios sustentables pueden ayudar a los propietarios a cumplir con estas obligaciones.

Si bien los beneficios tangibles e intangibles de los edificios sustentables contribuyen al valor percibido del edificio, es posible que no siempre sean suficientes para motivar al propietario a adoptar un enfoque de construcción sustentable. Al igual que en otras decisiones comerciales, el retorno financiero de la inversión sigue siendo primordial. Sin embargo, en muchos casos, la adopción de un enfoque de construcción sustentable significa ahorrar energía, y el potencial de un gran ahorro puede ayudar a los propietarios y constructores a enfocar sus esfuerzos hacia una construcción sustentable.

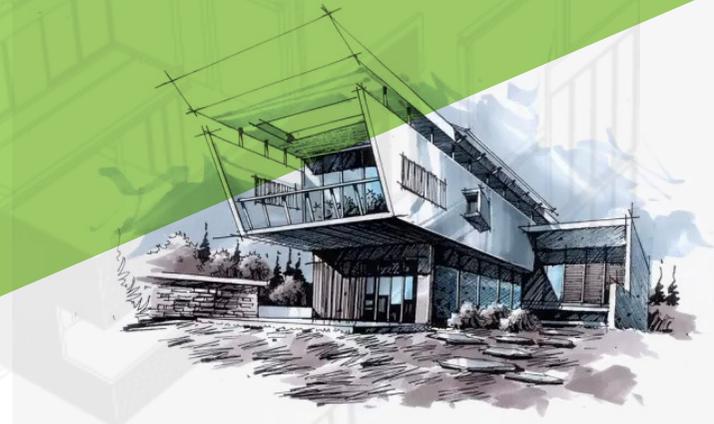


Si se les diseña correctamente a fin de maximizar la eficiencia y minimizar el uso de recursos, los edificios sustentables tendrán menores costos de servicios como la energía eléctrica y el agua. No es extraño que las facturas de electricidad sean hasta un 50% menor que las de los edificios convencionales o menos si en el proyecto se incluye la generación de energía renovable.

No obstante, este ahorro de energía normalmente beneficia a los ocupantes del edificio, no al diseñador y al constructor originales. Para abordar esta desconexión percibida entre el costo y el beneficio, recientemente se realizaron estudios que intentan cuantificar el valor (para el propietario) de la construcción sustentable en métricas comunes al sector inmobiliario. Algunos de los hallazgos:

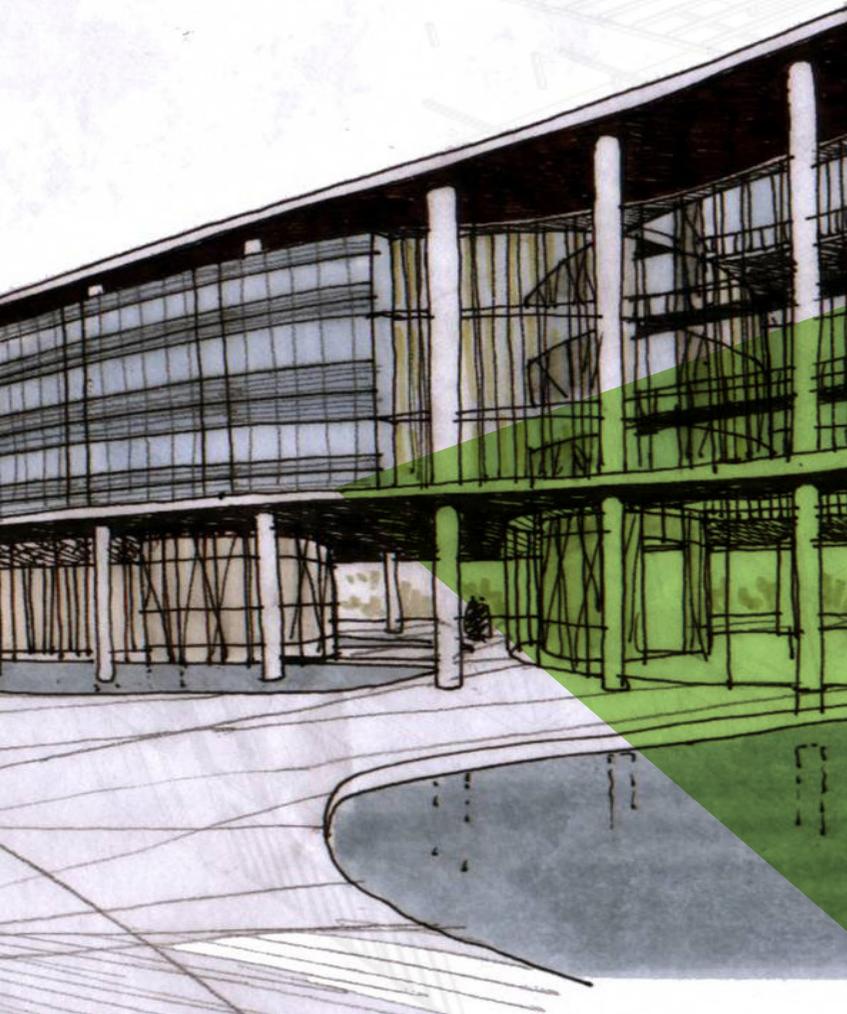
Los edificios sustentables son más atractivos para los inquilinos, en un estudio realizado por Mercer LLC & Ceres denominado "Energy Efficiency and Real Estate: Opportunities for Investors, Report" (Eficiencia Energética y Bienes Raíces: Oportunidades para Inversionistas) publicado en 2011, destacó que la tasa de ocupación de los edificios con certificación "Energy Star®" era un 6% más elevada.<sup>35</sup>

A medida que se obtengan más datos y los propietarios de edificios puedan evaluar mejor los beneficios de los edificios sustentables, surgirán más proyectos que sigan este camino. En el marco de un nuevo paradigma de "diseño integrado", es posible que los costos de la construcción sustentable se vuelvan insignificantes. Mientras se da este proceso los beneficios son cada vez más visibles. Ambos lados de esta ecuación están evolucionando hacia una era de construcción de edificios sustentables. Los profesionales inmobiliarios lo notan, y el aumento de las construcciones sustentables también facilita el surgimiento de ciudades más sustentables en todo el mundo.



<sup>35</sup>Mercer LLC and Ceres. (2011). Energy Efficiency and Real Estate: Opportunities for Investors, Report.

### 3. EFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



Un edificio sustentable se caracteriza por ser un edificio energéticamente eficiente que minimiza el uso de las energías convencionales, a modo de reducir su demanda energética, producirla en sitio, y de ser posible, hacer uso racional de la energía final requerida.

Para tener eficiencias energéticas en una construcción se deben usar estrategias de diseño pasivo y de diseño activo.

Por diseño pasivo entiéndase aquella arquitectura que considera el clima y el contexto como condicionantes preponderantes para el proceso de diseño, esto implica:

- Controlar la ventilación natural, a fin de permitir la renovación de aire y enfriar espacios en verano, controlar también la ventilación en invierno, de manera que permita mantener un aire limpio, así como tener un control térmico, sin que afecte la temperatura interior. Esto conlleva a la reducción de energía requerida para los sistemas de aire acondicionado.
- Usar materiales de la envolvente arquitectónica o "piel" del edificio que permitan, según sean las condiciones climáticas del entorno, aislar y/o acumular calor. Además, se debe procurar que esta envolvente sea lo más hermética posible, para evitar pérdidas o

ganancias térmicas. Un adecuado uso de los materiales en la envolvente del edificio permite reducir los costos energéticos asociados a sistemas de climatización.

- Optimizar el uso de la radiación solar para calentar pasivamente los espacios en invierno y/o controlar el exceso de radiación en verano para evitar sobrecalentamiento. Esto implica reducción de energía requerida para calentar o enfriar los espacios.
- Las ganancias solares también nos permiten optimizar la iluminación natural para reducir la demanda energética de iluminación artificial.
- Usar artefactos de alta eficiencia energética en iluminación y línea blanca, que permitan ahorrar energía. Si bien estos aspectos no son edilicios (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) ni parte del diseño pasivo como tal, se asume que la elección de estos artefactos, necesarios para nuestra habitabilidad y confort, pudiera representar una significativa reducción de la demanda energética.

Por diseño activo nos referimos al uso de tecnologías asociadas a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) para la generación de energía en la edificación. Esto significa generación de energía térmica y/o eléctrica (paneles fotovoltaicos, paneles solares térmicos, turbinas eólicas, geotermia, etc.) a partir

de los recursos naturales disponibles en el lugar como la radiación solar, vientos, agua, biomasa, entre otros. Dependiendo de la escala y uso del edificio, requerirá de sistemas de ventilación, iluminación, calefacción y aire acondicionado. De ser así, se deben usar aquellas tecnologías que demanden la menor energía posible para su operación y mantenimiento.

Para la eficiencia energética en edificios se realiza una revisión general de proyecto, análisis de costos y ahorros, nivel de eficiencia energética e indicadores energéticos, así como la estrategia de certificación, es decir, un adecuado planeamiento estratégico, eficiente y responsable.



## 3.1 INDICADORES ENERGÉTICOS EN LAS EFICIENCIAS ENERGÉTICAS

Se establece un indicador energético principal y varios complementarios.

El indicador energético principal es el dado por:

- Emisiones anuales de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), expresadas en kilogramos por metro cuadrado ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ) de superficie útil del edificio.
- Energía primaria anual, en kilowatts hora por metro cuadrado ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) de superficie útil del edificio.

Estos dos indicadores se obtienen de la energía consumida por el edificio para satisfacer las necesidades asociadas a condiciones normales, tanto climáticas como de funcionamiento y ocupación.

Como indicadores energéticos complementarios (también en base anual y referida a la unidad de superficie útil del edificio) se tienen:

- Energía demandada por el edificio para cada uno de sus servicios principales.
- Desglose del consumo de energía primaria para los servicios principales del edificio.
- Desglose de las emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para los servicios principales del edificio.

Los indicadores complementarios permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento del edificio y proporcionan, por tanto, información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer medidas que mejoren dicho comportamiento.

Para edificios de construcción nueva los indicadores energéticos se obtendrán a partir de una metodología de cálculo que, con carácter general, integre los elementos de una edificación sustentable y que en síntesis son:

- La disposición y orientación del edificio.
- Las características térmicas de la envolvente.
- Las características de las instalaciones de calefacción, agua caliente, refrigeración, ventilación e iluminación artificial.

La Directiva pone especial énfasis en los sistemas solares pasivos, protección solar, ventilación natural y otros aspectos relacionados con el uso de energías renovables.

## 3.2 MARCO NORMATIVO DE EFICIENCIAS ENERGÉTICAS

En el ámbito local, en 2008 el Gobierno de la Ciudad de México (entonces Distrito Federal) puso en marcha el aún llamado “Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables” (PCES), que establece un estándar para calificar los edificios tanto habitacionales como comerciales, con la finalidad principal de ofrecer una serie de incentivos fiscales, que van desde descuentos en el impuesto predial y licencias de construcción hasta financiamientos a tasas preferenciales y rapidez en la ejecución de trámites.<sup>36</sup>

<sup>36</sup>Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). Programa de certificación de Edificaciones Sustentables (PECS). Gaceta Oficial del Distrito Federal del 25 de noviembre de 2008.

En 2009 el Código Fiscal de Ciudad de México (entonces Distrito Federal) en el Artículo 296, párrafo segundo, estableció que las personas físicas o morales que acrediten ser propietarias de edificios respecto de los cuales demuestren la aplicación de sistemas sustentables ante la Secretaría del Medio Ambiente, gozarán de la reducción del 10% en el impuesto predial correspondiente, previa obtención de constancia emitida por la Secretaría antes mencionada.<sup>37</sup>

En el "Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables" (PCES) se indican los beneficios que tiene esta certificación:

- Uso eficiente y responsable de los recursos naturales.
- Aplicación de tecnologías de energías alternativas, como los paneles solares.
- Mejora regulatoria al transformarse las acciones de carácter correctivo en preventivo.
- Optimización de la eficiencia energética por la sustitución de lámparas y ahorro en gas, entre otras medidas.
- Cumplimientos más allá de la normatividad en términos del reúso y descarga de aguas residuales, emisiones contaminantes al aire, ahorro de energía y generación y manejo de residuos sólidos.
- Reducción en las emisiones de gases de

efecto invernadero (GFI), del efecto isla de calor urbano, además de los encharcamientos en la ciudad, gracias al aumento presencia de áreas verdes y vegetación de azoteas.

Los beneficios derivados del proceso de certificación, establecidos en tres niveles distintos (Cumplimiento, Eficiencia y Excelencia Ambiental), son:

Referente al Certificado de Cumplimiento tenemos:

- Retorno de la inversión.
- Cumplimiento normativo.
- Plusvalía de la propiedad.
- Simplificación administrativa.
- Ahorro económico en agua y energía.
- Incremento de la productividad personal.
- Reducción en el pago de impuesto predial.
- Mejoramiento de las condiciones de salud y bienestar ocupacional.
- Reconocimiento nacional e internacional como miembro del grupo de Edificaciones Sustentables.
- Reducción en el consumo y pago de energía eléctrica, agua y otros, por el uso eficiente de los recursos.

Adicionalmente, el Certificado de Eficiencia da lugar a:

<sup>37</sup>Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). Programa de certificación de Edificaciones Sustentables (PECS). Gaceta Oficial del Distrito Federal del 25 de noviembre de 2008.

- Posibles reducciones en primas de seguros.
- Reducción en el pago de impuesto predial.
- Posibles financiamientos a tasas preferenciales.

Y el Certificado de Excelencia da lugar a:

- Simplificación administrativa.
- Ahorro económico en agua y energía.
- Posibles reducciones en primas de seguros.
- Reducción en el pago de impuesto predial.
- Posibles financiamientos a tasas preferenciales.
- Cuotas preferenciales en los derechos de agua (en gestión).
- Financiamiento para programas de ahorro de energía (en gestión).

Por otro lado, la Secretaría de Economía de México presentó la Norma Mexicana (NMX) denominada "NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable, criterios y requerimientos mínimos" en 2013, misma que es de aplicación voluntaria a nivel nacional, además especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de una edificación sustentable. Esta Norma aplica a las edificaciones y sus obras exteriores, ya sean individuales o en conjuntos de edificios, nuevas o existentes, sobre uno o varios predios, en arrendamiento o propias.<sup>38</sup>

En el punto seis de dicha Norma se presenta el "Procedimiento de Evaluación de la Conformidad" indicándonos que el interesado tendrá la opción de contratar una unidad de verificación, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su Reglamento, para verificar el grado de cumplimiento con dicha Norma Mexicana.

Las unidades de verificación, deben estar acreditadas por una Entidad de Acreditación, y aprobados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), en términos de los artículos 68 y 70 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Las unidades de verificación que evalúen la conformidad con esta Norma Mexicana (NMX), deben aplicar los criterios de cumplimiento establecidos en el Procedimiento de Evaluación de la Conformidad.

El dictamen de verificación será vigente por tres años, en tanto la Norma Mexicana (NMX) no se modifique, o bien no se modifiquen las características originales o documentación



<sup>38</sup> Secretaría de Economía, (2013), Norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable, criterios y requerimientos mínimos.

exhibida a la unidad de verificación de la edificación a la cual se otorgó el dictamen de verificación, en cuyo caso el contratante del servicio deberá dar aviso escrito a la Unidad de Verificación que emitió el dictamen.

El solicitante podrá requerir la renovación del dictamen de verificación cuando lo considere conveniente o cuando este concluya su vigencia, cubriendo el costo del servicio y los requisitos de la Norma de referencia.

Este procedimiento para la evaluación de la conformidad aplica a las visitas de verificación que realicen las unidades de verificación. Dichas visitas se efectuarán anualmente a partir de la fecha de emisión del dictamen correspondiente, con la finalidad de constatar que las condiciones mediante las cuales se emitió el dictamen se mantengan. En caso de que el resultado de las visitas fuese desfavorable el Dictamen se cancelará y se dará aviso a las autoridades correspondientes.

Es importante mencionar que el dictamen de verificación vigente deberá estar a disposición de la autoridad competente cuando ésta lo solicite.

Los aspectos a verificar durante el proceso de

evaluación de la conformidad de esta norma mexicana, se realizará según aplique, mediante revisión documental, entrevistas, constatación física, de conformidad con lo siguiente:

- Los edificios de obra nueva y las remodelaciones deben entregar copias de los planos del proyecto que permitan evaluar los distintos requerimientos. Los edificios en operación deben entregar planos del estado actual que pueden complementarse con un reporte fotográfico. En ambos casos se deben entregar los documentos técnicos y memorias de cálculo de los elementos que permitan cubrir con los requisitos de la norma mexicana.
- La evaluación de la conformidad debe realizarse conforme a lo dispuesto en la norma mexicana. Para acreditar el cumplimiento se deberá efectuar con lo establecido por ellos y que son los documentos a entregar para realizar la evaluación en mención.
- Toda edificación sustentable necesariamente debe lograr un balance entre los distintos factores ambientales considerados a lo largo de su ciclo de vida, conforme a las condiciones locales imperantes y conceder especial atención a los aspectos de localización, funcionalidad, desempeño, aprovechamiento y diseño. Para tal efecto, debe cumplir con las disposiciones de carácter obligatorio indicados como requisitos obligatorios para edifica-

ciones de obra nueva, así como los requisitos obligatorios para edificaciones existentes. Finalmente se muestran los requisitos opcionales para edificaciones de obra nueva y existente.

- La Evaluación de la Conformidad de dicha norma se realizará a petición del solicitante, por escrito, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su Reglamento. Las unidades de verificación y la PROFEPA deberán remitir a la Subsecretaría de Fomento y Normatividad de SEMARNAT un informe semestral de los dictámenes de verificación emitidos.

### 3.3 NORMATIVIDAD Y CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIAS ENERGÉTICAS A NIVEL GLOBAL

Haciendo una revisión en la legislación internacional encontramos que la International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización o ISO por sus siglas en inglés) publicó en 2011 las normas internacionales "ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética", y la "ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental".



Norma "ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética". Esta norma internacional tiene como objetivo facilitar a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o de su tamaño, una herramienta que permita la reducción de los consumos de energía, enfocada principalmente a las líneas de producción, así como de los costos financieros asociados y, en consecuencia, de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre los beneficios derivados de la implantación de la norma "ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética" se puede destacar:

- Ahorro de energía en el corto, medio y largo plazo.
- Control de la cantidad de energía consumida en cada proceso.
- Eximirse de la obligación de realizar auditorías energéticas cada cuatro años.
- Facilita el acceso a las licitaciones tanto públicas como privadas, que cada vez lo están valorando más.
- Detección de las medidas de ahorro energético adecuadas en función de los procesos de consumo de energía en la organización.
- Reconocimiento externo (clientes, proveedores, accionistas, opinión pública) del compromiso de la organización con el desarrollo sustentable.

Los datos del informe "ISO Survey of Management Systems Standard Certifications 2011-2015" (Encuesta ISO de Certificaciones Estándar de Sistemas de Gestión 2011-2015), publicado por la International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización o ISO por sus siglas en inglés), confirman el aumento continuo de la demanda internacional de certificaciones en la norma internacional "ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética". El crecimiento de la demanda mundial con respecto a 2014 ha sido del 77%.

Al cierre del ejercicio fiscal 2015, los países con mayor número de organizaciones certificadas en "ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética" son Alemania con 5,931 certificaciones, Reino Unido

con 1,464 certificados, Francia con 500 certificados, Italia con 470 certificados, la India con 405 certificados, España con 390 certificados. En América Latina, encabezan la lista Brasil y Chile, con 33 y 24 certificados respectivamente.<sup>39</sup>

Norma "ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental". Esta Norma es un estándar aceptado internacionalmente que indica cómo poner un sistema de gestión medioambiental efectivo en cualquier tipo de empresa. Está diseñado para ayudar a las organizaciones a mantenerse comercialmente sin pasar por alto las responsabilidades medioambientales. En esta norma se especifican todos los requisitos para establecer un sistema de gestión ambiental eficiente, que permite a la empresa conseguir los resultados deseados, también establece un enfoque sistémico para gestionar el medio ambiente.



Entre los beneficios derivados de la implantación de la norma "ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental" se puede destacar:

- Mitigar los impactos ambientales.
- Ayuda a la empresa a cumplir con la legislación.
- Protección del medio ambiente utilizando la prevención.
- Comunica la información ambiental a las partes interesadas.
- Mitigar los efectos secundarios según las condiciones ambientales de la empresa.
- Controla la forma en la que se diseñan los productos y servicios que ofrece la organización.
- Consigue beneficios financieros y operaciones que pueden resultar de aplicar alternativas ambientales relacionadas, que fortalecen el posicionamiento en el mercado.

Los datos del informe "ISO Survey 2013" (Encuesta ISO 2013), publicado por la International Organization for Standardization (Organización Internacional de Estandarización o ISO por sus siglas en

<sup>39</sup>ISO. (2011). Norma ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética. Ginebra, Suiza. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html/>. 4 de abril de 2018.

inglés), indican que al cierre del ejercicio fiscal 2013, los países con mayor número de organizaciones certificadas en "ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental" son China con 104,735, Italia con 24,662 certificaciones, Japón con 23,662 certificaciones, Reino Unido con 16,897, España con 16,051 certificaciones, Rumania con 8,744 certificaciones, Alemania con 7,983 certificaciones, Francia con 7,940 certificados, Estados Unidos con 6,071 certificaciones, India con 5,872 certificaciones, En América Latina, encabezan la lista Brasil y Chile, con 33 y 24 certificados respectivamente.<sup>40</sup>

Es importante subrayar que estos certificados se emiten principalmente para cualquier sistema o procesos productivo dentro de una empresa que involucre un ahorro en el consumo de energía y el cuidado del medio ambiente, por lo que estas normas brindan la posibilidad de mejora en la competitividad de las empresas a través de la reducción en los gastos de la energía que consume y también del cuidado del medio ambiente, sin embargo, esta normativa no está enfocada a la construcción y mucho menos a la edificación sustentable, tampoco la excluye, pero los parámetros de certificación están enfocados a los procesos productivos y los costos financieros asociados a ello.



<sup>40</sup>ISO. (2011). Norma ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental. Ginebra, Suiza. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html/>. 16 de marzo de 2018.

A photograph of a modern building interior. The space features a high ceiling with a complex steel truss structure and a corrugated metal roof. Large windows on the right side offer a view of greenery outside. In the foreground, a light-colored dog is lying on a dark rug on a light-colored tiled floor. A wooden chair is partially visible on the left. A dark semi-transparent box with white text is overlaid on the left side of the image.

### 3.4 PRINCIPALES CERTIFICACIONES DE EDIFICIOS SUSTENTABLES A NIVEL GLOBAL

Para certificar edificios sustentables, y no solo alguna línea de producción como lo hacen las normas "ISO 50001" e "ISO 14001", alrededor del mundo podemos encontrar diversas organizaciones dedicadas a ello. Existen varios sistemas de certificación que, en su generalidad, se basan en el análisis y validación de una serie de aspectos de cada proyecto relacionados con la sustentabilidad, este proceso está a cargo de un agente independiente.

Cada certificadora tiene su manera de evaluar y existen varios sistemas, The Green Building Councils (Los Consejos de Construcción Sustentable) se unen en la asociación internacional de tipo privada, llamada World Green Building Council (Consejo Mundial de Construcción Sustentable o WGBC por sus siglas en inglés), constituyendo la mayor organización con influencia en el mercado de la construcción sustentable o "verde" como ellos lo denominan. La misión del World Green Building Council (Consejo Mundial de Construcción Sustentable o WGBC por sus siglas en inglés) es facilitar la transformación global de la industria de la construcción hacia la sustentabilidad a través de mecanismos impulsados por el mercado. Cada Green Building Council (Consejo

de Construcción Sustentable) desarrolla un sistema de clasificación y evaluación, generalmente adaptados a cada país o bien, se acoge a uno de los ya implementados.

Dada la gran cantidad de organismos certificadoros a nivel mundial, se hace mención únicamente de los más populares, presentando en la Tabla 1, los criterios y elementos que son utilizados por cada certificadora.



HQET<sup>TM</sup> (FRANCIA). Haute Qualité Environnementale (Alta Calidad Medioambiental o HQE<sup>TM</sup> por sus siglas en francés), surge en Francia y logra su primera certificación en el año 2004. Es aplicado a través de 3 organismos de certificación diferentes: Certivéa (parte no residencial), Cerqual (alojamiento en grupo) y Cequami (vivienda individual). Las categorías principales de evaluación son cuatro: Energía, Medio Ambiente, Salud y Confort. Estas categorías estructuran un conjunto total de catorce metas específicas. Las calificaciones HQE<sup>TM</sup> son: "Pasa", "Buena", "Muy bueno", "Excelente" y "Excepcional". Las calificaciones están representadas por un máximo de hasta cuatro estrellas que indican el nivel de logro en las cuatro categorías (energía, medio ambiente, salud y el confort). Actualmente tiene poca presencia en América y solo ha certificado seis proyectos en Brasil hasta 2013.<sup>41</sup>

<sup>41</sup>SBAliance. (2015). Haute Qualité Environnementale (HQE<sup>TM</sup>). Paris, Francia. Sustainable Building Alliance <http://www.sballiance.org/es/our-work/libraries/haute-qualite-environnementale/>. 12 de febrero de 2018.

BREEAM® (REINO UNIDO). Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (Metodología de Evaluación y Certificación de la Sustentabilidad en la Edificación o BREEAM® por sus siglas en inglés), surge en el Reino Unido, fue creada en 1988 y lanzada en Inglaterra en 1990. Hay nueve categorías de evaluación, que cubren una serie de características organizadas por secciones. Cada característica se valora y luego cada sección se pondera. Las nueve categorías son: Energía, Gestión, Salud y Bienestar, Agua, Materiales, Residuos, Transporte, Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Ecología, e Innovación. Las calificaciones BREEAM® están en función de la puntuación total alcanzada y son: “Ninguna puntuación” (<30%), “Pasa” (> o = 30%), “Bueno” (> o = 45%), “Muy bueno” (> o = 55%), “Excelente” (> o = 70%), “Excepcional” (> o = 85%); las calificaciones BREEAM® se identifican con estrellas, dependiendo del nivel de calidad alcanzado, en edificios nuevos y proyectos de rehabilitación, se pueden otorgar de 1 a 5 estrellas, mientras que los edificios existentes se otorgan de 1 a 6 estrellas. A pesar de ser la certificador con más años de trabajo, no tiene gran influencia en América y hasta 2014 no había certificado edificios en México.<sup>42</sup>



<sup>42</sup>UKBRE. (2018). Certificación BREEAM®. Watford, Reino Unido. Sustainable Building Alliance. <https://www.breeam.com/>. 13 de febrero de 2018.



CASBEE® (JAPÓN). Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (Sistema de Evaluación Integral para la Eficiencia Ambiental del Edificio o CASBEE® por sus siglas en inglés), es un sistema de certificación de diseño, construcción y operación de edificios sustentables creado en Japón en 2001. Consta de cuatro herramientas de evaluación que pretenden cubrir el ciclo de vida de la edificación: Pre diseño, Construcción Nueva, Edificio Existente, Rehabilitación de Edificio. En la valoración se tienen en cuenta los siguientes campos: Eficiencia Energética, Eficiencia en el Uso de Recursos, Impacto Ambiental Local y Ambiente Interior. La certificación CASBEE® maneja los niveles de certificación: “Medio Pasa”, “Pasa”, “Bien”, “Muy bien” y “Excelente”, las calificaciones CASBEE® se identifican con estrellas dependiendo del nivel de calidad alcanzado, en edificios nuevos se pueden otorgar de 1 a 5 estrellas. No hay cifras oficiales, pero hasta 2016 se contaba con certificado en cinco edificios y dos en proceso de certificación, su primer proyecto se certificó en 2004 y hoy en día es el sistema más utilizado en Japón, no obstante, en América no ha certificado aún ningún edificio.<sup>43</sup>

<sup>43</sup>CASBEE®. (2011). CASBEE® Sistema de Certificación, Tokio, Japón. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE®). <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>. 22 de enero de 2018



DGNB (ALEMANIA). Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Sociedad Alemana para la Construcción Sustentable o DGNB por sus siglas en alemán), abarca seis aspectos claves de la construcción sostenible: Aspectos Ambientales, Económicos, Socioculturales y Funcionales, Tecnología, Procesos y Entorno. Para los edificios, los aspectos Ambientales, Económicos, Socioculturales y Funcionales y Tecnología cuentan un 22.5% del total, los procesos cuentan el 10% y para la Calidad del Lugar se da una calificación independiente. En el esquema de barrio urbano no existe la categoría de "la Calidad del Lugar", ya que se integra en los demás criterios. Se distingue por el hecho de que se tiene en cuenta los costos del ciclo de vida de un edificio. El Certificado DGNB y el pre-certificado se otorgan en los siguientes grados: "Oro" (al menos el 80% de la puntuación total y al menos 65% en cada categoría de criterios), "Plata" (al menos 65% de la puntuación total y al menos 50% en cada categoría de criterios), "Bronce" (al menos el 50% de la puntuación total y al menos 35% en cada categoría de criterios), "Certificado" (otorgado solamente a los edificios existentes, al menos el 35% de la puntuación total). Se presenta en 2007 y realizó su primera certificación en 2009, y hasta 2014 únicamente contaba con un edificio certificado en América.<sup>44</sup>

<sup>44</sup>SBAIiance. (2015). DGNB Certification System. Paris, Francia. Sustainable Building Alliance. <http://www.sballiance.org/es/our-work/libraries/deutsche-gesellschaft-fur-nachhaltiges-bauen-dgnb-or-german-sustainable-building-council/>. 8 de febrero de 2018.

GREEN GLOBE (CANADÁ). Green Globe (Mundo Verde o GG por sus siglas en inglés), es el sistema de certificación mundial para el turismo sustentable. Esta certificadora consta de miembros que ahorran energía y recursos hídricos en sus negocios turísticos, ello les permite reducir costos operativos y contribuir de manera positiva a las comunidades locales y su medio ambiente. Los miembros certificados suelen utilizar la certificación como promoción para sus negocios en el mercado mundial de los vacacionistas y los viajeros de negocios, así como los planificadores de reuniones y todos los interesados en opciones de turismo sustentable. Dependiendo del porcentaje de indicadores alcanzado, se pueden conseguir los siguientes niveles de distinción: "Certificado" (hasta 50%), "Oro" (manteniendo por cinco años consecutivos el certificado), "Platino" (manteniendo por diez años consecutivos el certificado). Green Globe surge en Canadá y logra su primera certificación en el año 2000. En el 2009 se crea la Sociedad Civil Green Globe México, que surge en respuesta a la necesidad de promover en este país, un turismo que considere la conservación del medio ambiente, el uso racional de los recursos naturales y la responsabilidad social empresarial.<sup>45</sup>



<sup>45</sup>Green Globe. (2018) Green Globe Certification. Los Angeles, California. Green Globe <https://greenglobe.com/green-globe-certification/>. 5 de febrero de 2018.



GREEN STAR (AUSTRALIA). Green Star (Estrella Verde o GS por sus siglas en inglés) Fue lanzado en 2002 por el Green Building Council Australia (Consejo Australiano de Construcción Sustentable o GBCA por sus siglas en inglés), es una organización nacional enfocada al desarrollo del sector inmobiliario sustentable y certifica a nivel mundial. Esta certificación evalúa el diseño sustentable, la construcción y la operación de los edificios, certifica edificios tomando en cuenta las comunidades donde se ubica, es aplicada en varios países. Utiliza cuatro herramientas de calificación disponibles para la certificación: Comunidades, Diseño y Construcción, Interiores y Rendimiento. El certificado GREEN STAR se otorga bajo un sistema de puntuación en los siguientes grados: “Práctica Mínima” (de 10 a 19 puntos), “Práctica Promedio” (de 20 a 29 puntos), “Buena Práctica” (de 30 a 44 puntos), “Mejor Práctica” (de 45 a 59 puntos) “Excelencia Australiana” (de 60 a 74) y “Liderazgo Mundial” (mayor a 75 puntos), las calificaciones GREEN STAR se identifican con estrellas dependiendo del nivel de calidad alcanzado, en edificios nuevos se pueden otorgar de 1 a 6 estrellas. Su primera certificación fue en el 2003 en Europa y hasta 2014 no contaba con alguna certificación de edificios sustentables en América.<sup>46</sup>



<sup>46</sup> Green Star.(2015), Green Star Certification process· Barangaroo· Australia· Green Building Council Australia· <https://prezi.com/gsgnsxyb98ly/certificacion-green-star-australia/>.12 de marzo de 2018

LEED® (ESTADOS UNIDOS). Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental o LEED® por sus siglas en inglés), desarrollado en el año 2001 por la organización civil denominada U.S. Green Building Council (Consejo Estadounidense de la Edificación Sustentable o USGBC por sus siglas en inglés), esta entidad ha logrado confeccionar el sistema más reconocido y utilizado a nivel mundial para la certificación de proyectos de edificación sustentable. La certificación LEED® se basa en un sistema de puntos (máximo de 100 puntos). Dependiendo del número de puntos alcanzado, se pueden conseguir los siguientes niveles de distinción: "Certificado" (40 a 49 puntos), "Plata" (50 a 59 puntos), "Oro" (60 a 79 puntos), "Platino" (> 80 puntos). LEED® tuvo su primera certificación en el año 2001 y cuenta con más de 49,000 proyectos registrados en América, más de 1,200 proyectos registrados en México (aspirantes en proceso de certificación), 492 proyectos certificados, de los cuales 134 son edificios que han sido certificados en diferentes categorías hasta el 2016, según cifras del USGBC. LEED® es el programa de certificación de más influencia en México.<sup>47</sup>



<sup>47</sup>USGBC. (2018). Certificación LEED®. Washington D.C. Estados Unidos. U.S. Green Building Council. <https://new.usgbc.org/leed/>. 13 de marzo de 2018



LBC™ (ESTADOS UNIDOS). Living Building Challenge™ (Desafío de Construcción Viva o LBC™ por sus siglas en inglés), es un programa de certificación del International Living Future Institute (Instituto Internacional del Futuro Vivo), creado en 2006, tiene un sistema de calificación riguroso en las construcciones sustentables, ya que busca que cumpla con diversos requerimientos, entre ellos, el uso de la energía cero, el tratamiento de los residuos y el agua, dichos requerimientos deben de tenerse, en la edificación, en un mínimo de operación continua de 12 meses. Los criterios que considera son mandatorios y se tiene que demostrar que el proyecto está funcionando así después de un año de operación. Los puntos están divididos en siete categorías o “pétalos”, que funcionan como analogía a una flor: El manejo del Sitio, Manejo del Agua, Manejo de la Energía, Salud, Materiales no Contaminantes, Equidad y Belleza. La certificación se divide en tres categorías: Living Building Challenge Certified (Certificación Vivos) que se da al alcanzar todos los requisitos de una categoría; Petal Certified Projects (Certificación Pétalo) que se da al cumplir con todos los requisitos de tres o más categorías; y Net Zero Energy Certified Projects (Certificación de Edificio Energía Balance Cero) que se da al cumplir en la totalidad de los requisitos de cuatro categorías. Su aplicación en México inició en 2009 y para el año 2014 se tenían certificadas 12 edificaciones.<sup>48</sup>



<sup>48</sup> Living Building Challenge. (2018), Certificación Living Building Challenge (LBC™). Washington· Estados Unidos· International Living Future Institute· <https://livingfuture.org/lbc/>. 13 de abril de 2018

MEES (MÉXICO). Método de Evaluación de Edificaciones Sustentables (MEES por sus siglas en español), es un programa piloto de certificación creada por el Instituto Mexicano del Edificio Sustentable (IMES), es una certificación de las mejores prácticas empleadas en la construcción, califica mediante un sistema de verificación por terceras partes de que el edificio fue diseñado y construido utilizando las estrategias destinadas a mejorar el rendimiento en las características más importantes como lo son: Ahorro de Energía, Uso Eficiente del Agua, Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> la mejora de calidad ambiental en interiores, la administración de los recursos y la sensibilidad a sus efectos. Las categorías que utiliza son: Gestión, Suelo y Conservación, Salud y Bienestar, Gestión de Agua, Transporte, Energía, Materiales, Residuos, Contaminación e Innovación. La certificación MEES® se puede aplicar a todos los tipos de edificios tanto comerciales como residenciales. "Pasa" (> o = 30%), "Bien" (> o = 45%), "Muy bien" (> o = 55%), "Excelente" (> o = 70%), "Sobresaliente" (> o = 85%), las calificaciones MEES® se identifican con estrellas Dependiendo del nivel de calidad alcanzado, en edificios nuevos se pueden otorgar de 1 a 5 estrellas. No hay cifras oficiales, pero hasta 2016 se contaba con cinco edificios con certificado y dos en proceso de certificación.<sup>49</sup>



<sup>49</sup>Muñiz M. (2016). Curso Introductorio MEES. Naucalpan de Juárez, México, Slide Share. <https://www.slide share.net/Milton Muniz/curso-audidores/>. 6 de marzo de 2018.

PUMA® (MEXICO). Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA por sus siglas en español), es un sistema de evaluación integral del desempeño ambiental de edificaciones creado por la Universidad Nacional Autónoma de México, dirigido a empresas e instituciones públicas y privadas. Proporciona una hoja de ruta a la medida del inmueble evaluado para optimizar su desempeño ambiental disminuyendo las emisiones de CO<sup>2</sup>, esto lo hace en cuatro categorías: Energía, Agua, Residuos y Consumo Responsable. La certificación PUMA® se trata de un diagnóstico a partir de diferentes metodologías que permite conocer el nivel o estado de cada uno de estos inmuebles en materia de impacto y cuidado ambiental, se puede aplicar a todos los tipos de edificios (comerciales, residenciales o dependencias) aunque se ha enfocado a realizar la mayoría de sus certificaciones a dependencias de la UNAM y algunas dependencias públicas. La certificación se divide en tres niveles: “Básico” (de 0 a 33 puntos), “Azul” (de 34 a 66 puntos) y “Oro” (de 67 a 100 puntos), se identifican con estrellas dependiendo del nivel de certificación alcanzado, se pueden otorgar de 1 a 3 estrellas, hasta agosto de 2017 se contaban con 138 edificios con certificado PUMA®.<sup>50</sup>



<sup>50</sup>UNAM. (2018). Programa Universitario de Medio Ambiente, Ciudad de México, México. Distintivo Ambiental UNAM. <https://sustentabilidad.unam.mx/distintivo.php/>. 10 de agosto de 2018.



La calificación que cada una de las certificadoras da es con base a dos parámetros principales, por un lado, tenemos las emisiones de bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para los servicios principales del edificio, y por otro lado está la demanda de energía por parte del edificio para cada uno de sus servicios principales. De acuerdo a la calificación que se da a la edificación sustentable podemos homologar las calificaciones como se muestra en la Tabla 1. “Calificación de Eficiencias Energéticas de las diferentes Certificaciones.”

# Calificación de Eficiencias Energéticas de las diferentes Certificaciones

| No. | Certificación | Nivel de Eficiencia Energética Según el Consumo Medio de un Edificio comparado con un Edificio Convencional |                              |                          |                         |                          |                         |                        |                         |                       |
|-----|---------------|---|------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
|     |               | Alto Consumo de Energía   |                              | Consumo Medio            |                         | Los Mas Eficientes       |                         |                        |                         |                       |
|     |               | 126% y mas Consumo Máximo   | 111% y 125% Consumo Superior | 101% y 110% Consumo Alto | 91 y 100% Consumo Medio | 76% y 90% Consumo Mínimo | 56% y 75% Consumo Menor | 30% y 55% Consumo Bajo | 1% y 29% Consumo Ligero | 0% Produce su Energía |
| G   | F             | E   | D                            | C                        | B                       | A                        |                         |                        |                         |                       |
| 1   | HQE™          | •   | •                            | •                        | Pasa                    | Bueno                    | Muy Bueno               | Excelente              | Excepcional             | •                     |
| 2   | BREEAM®       | •   | •                            | Sin Puntuación           | Pasa                    | Bueno                    | Muy Bueno               | Excelente              | Excepcional             | •                     |
| 3   | CASBEE®       | •   | •                            | •                        | Medio Pasa              | Pasa                     | Bien                    | Muy Bien               | Excelente               | •                     |
| 4   | DGNB          | •   | •                            | •                        | •                       | Certificado              | Bronce                  | Plata                  | Oro                     | •                     |
| 5   | GREEN CLOBE   | •   | •                            | •                        | Certificado             | Oro                      | Oro                     | Platino                |                         | •                     |
| 6   | GREEN STAR    | •   | •                            | Practica Mínima          | Practica Promedio       | Buena Practica           | Mejor Practica          | Liderazgo Mundial      | Excelencia Australiana  | •                     |
| 7   | LEED® (v4)    | •   | •                            | •                        | •                       | Certificado              | Plata                   | Platino                | Oro                     | •                     |
| 8   | LBC™ (v3.1)   | •   | •                            | •                        | •                       | •                        | •                       | Certificación Pétalo   |                         | Balance Cero          |
| 9   | MEES          | •   | •                            | •                        | Pasa                    | Bueno                    | Muy Bueno               | Sobresaliente          | Excelente               | •                     |
| 10  | PUMA®         | •   | •                            | •                        | •                       | Basico                   | Azul                    | Oro                    | •                       | •                     |

Tabla 1. Calificación de Eficiencias Energéticas de las diferentes Certificaciones.



En esta Tabla 1. podemos identificar las calificaciones otorgadas por las certificadoras examinadas, mismas que están en relación al consumo de energía y que derivan proporcionalmente en las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), es decir, a menor consumo de energía, menor será la emisión de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); los resultados mostrados en la Tabla 1. nos indican que la certificación LBC™ (ESTADOS UNIDOS), Living Building Challenge™ (Desafío de Construcción Viva o LBC™ por sus siglas en inglés), es la certificación con los parámetros más altos, en contraparte tenemos la certificación BREEAM® (REINO UNIDO), Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (Metodología de Evaluación y Certificación de la Sustentabilidad en la Edificación o BREEAM® por sus siglas en inglés) con los parámetros más bajos.

Por otra parte, haciendo un examen de las diferentes certificaciones presentadas y elaborando una comparativa entre ellas, podemos definir 75 criterios que están divididos en 7 categorías, dichos criterios y categorías se trataron de uniformizar ya que, en la mayoría de las certificaciones, son nombradas de distinta manera, por lo que se revisaron y encontraron las coincidencias para generar una homologación en los conceptos y hacer una síntesis que se presenta en la Tabla 2.





De esta tabla podemos definir que la certificación LBC™ (ESTADOS UNIDOS), Living Building Challenge™ (Desafío de Construcción Viva o LBC™ por sus siglas en inglés), es la que cuenta con el mayor número de criterios contemplados en su certificación con un total de 66 de 75, seguido de la certificación LEED® (ESTADOS UNIDOS), Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental o LEED® por sus siglas en inglés), con un total de 58 criterios; siendo la certificación GREEN STAR (AUSTRALIA), Green Star (Estrella Verde o GS por sus siglas en inglés), la que cuenta con el menor número de criterios contemplados para obtener la certificación correspondiente, con un total de 25 criterios. Se aprecia una diferencia sustancial entre algunas certificaciones que permiten generar argumentos para la ponderación de dichas certificaciones.

A large, modern chandelier with many glowing circular lights hanging from a ceiling. The lights are arranged in a dense, somewhat chaotic pattern, creating a warm and ambient glow. The ceiling is dark, and the lights are suspended by thin, metallic rods. The overall effect is one of a sophisticated and contemporary interior design.

# TERCERA PARTE

# 4. VALUACIÓN DE EFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS SUSTENTABLES

Para cada clase de inmueble se tiene una serie de parámetros que determinan su valor comercial. Por una parte, los parámetros principales a partir de los que se inicia la valuación inmobiliaria son de carácter general: Localización, Área, Materiales Constructivos, Instalaciones Sanitarias, Eléctricas, Mecánicas, Número de Pisos y, Superficie Útil. Los datos geométricos son: el Volumen Edificado y el Área de la Envolvente. Por otra parte, los parámetros referidos a la calidad edilicia (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) y el estado de conservación son: Calidad y Estado del Edificio, Antigüedad y Estilo, Distribución y Funcionalidad de la Planta, Aprovechamiento de los Metros Disponibles, Estado General de la Propiedad, Calidad de las Instalaciones y de la Construcción, Detalles de Confort de la Edificación, Orientación y Luminosidad del Inmueble, Cantidad y Tamaño de Ventanas y Aberturas, Disponibilidad de Estacionamientos y Depósitos, Costos de los Impuestos Prediales y otros gastos del edificio.

Existen otros parámetros relacionados con las externalidades de los inmuebles debido a su ubicación, estos son: Medios de Transporte

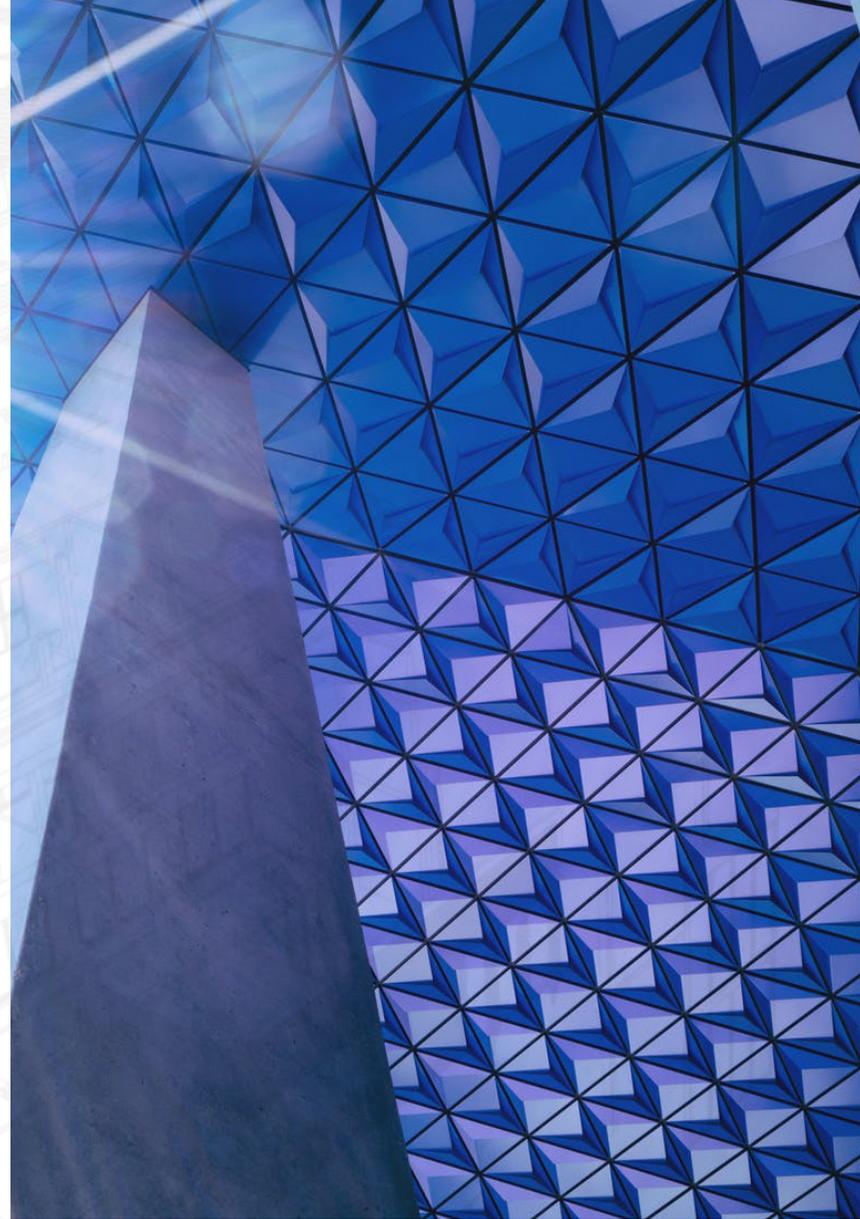
y Servicios de Infraestructura, Equipamiento Urbano, Seguridad del Vecindario, Calidad Ambiental de la Alcaldía (antes Delegación), Contexto del edificio. Así como parámetros socioeconómicos referidos al momento histórico como son: Indicadores Económicos del País, Índices de Precios de Insumos de la Construcción y Oferta de Inmuebles, Tasas de Interés, Tasa Cambiaria, entre tantos otros.

Partiendo de esta agrupación de factores de eficiencia energética en la edificación sustentable, uno de los principales retos del valuador de este tipo de edificación es demostrar los ahorros significativos del inmueble, así como sus eficiencias energéticas sobre sus contrapartes convencionales y poderlo expresar en el valor comercial de dicho inmueble.

Ante esta situación y dentro de la práctica valuatoria se debe identificar, de la amplia gama de inmuebles a los que se les denomina edificios sustentables, los componentes que generan eficiencias energéticas, ya que un inmueble sustentable no solo aprovecha la energía del ambiente en todo su desarrollo (energía solar, energía eólica, energía hídrica, entre

otras), también se optimizan recursos desde la obtención de los materiales para su construcción, hasta su operación, pasando por su edificación, asimismo, tiene instalaciones colocadas en la construcción que mejoran la operatividad y el mantenimiento del mismo edificio o también hay instalaciones edilicias (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) que no se pueden valorar por separado, por lo que debemos aislar la parte del ahorro energético que se genera en cada componente que tiene una edificación sustentable.

Es de suma importancia que en el proceso valuatorio se tenga el conocimiento e identificación de estos parámetros sustentables y que son establecidos para las construcciones, comparándolos con las edificaciones convencionales, son esenciales para el valuator ya que al identificar las ventajas de dichas eficiencias le permite traducir y determinar el valor real implícito que existe en estas edificaciones.





## 4.1 ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE FACTORES VALUATORIOS DE EFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN INMUEBLES CERTIFICADOS



Según el “Canadian Building Energy End-Use Data and Analysis Centre” (Centro de Energía de los Edificios de Canadá o CBEEDAC por sus siglas en inglés), en el estudio denominado “Energy Use Data Handbook, 1990 and 1996 to 2002” (Manual de Datos Sobre el Uso de la Energía, 1990 y 1996 a 2002), publicado en 2004, se indica que existen muchas razones para la adecuación de los edificios enfocados a la eficiencia energética, aun cuando según sus investigaciones, se podría pensar que uno de los factores más importantes serían los ahorros anticipados producto de la reducción esperada en el consumo de energía, de acuerdo a un estudio realizado, se concluyó que debido a los importantes beneficios de los sistemas de reconversión, a menudo no son suficientes para evaluar los costos y beneficios en términos de consumo de energía y consecuentes emisiones ambientales. Por el contrario, los beneficios esperados más importantes, son los referidos a los niveles de confort en un edificio que no ha tenido un óptimo nivel de valoración antes de la reconversión.<sup>51</sup>

Por su parte Amstalden, Kost, Nathani y Imboden, presentaron una investigación denominada “Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sec-

<sup>51</sup>Canadian Building Energy End-Use Data and Analysis Centre. (2004). Energy Use Data Handbook, 1990 and 1996 to 2002. Energy Publications.

tor: The effects of policy instruments and energy price expectations” (Potencial Económico de la Modernización Energética en el Sector de la Construcción Residencial en Suiza: Los Efectos de los Instrumentos de Política y las Expectativas del Precio de la Energía), presentada en 2006, realizaron un estudio cuyo objetivo fue analizar la rentabilidad de las inversiones de adaptación de eficiencia energética en el sector de la construcción residencial suizo desde la perspectiva del propietario de la vivienda. Para ello se consideraron: expectativas de precios de la energía, política de subvenciones, la deducción de impuestos e impuesto sobre el carbono, así como el potencial de reducción progresiva de los costos futuros de las medidas de eficiencia energética. Se utilizó el método de flujo de caja (método que determina el valor actual de los flujos de fondos futuros descontándolos a una tasa que refleja el costo de capital aportado) descontado para el análisis de la inversión de los diferentes paquetes de adecuación aplicado a un modelo de construcción previsto para la renovación de viviendas unifamiliares construidas entre 1948 y 1975. Los resul-

tados obtenidos mostraron los instrumentos de la política suiza para impulsar las inversiones en la adaptación de eficiencia energética para aumentar la rentabilidad económica.<sup>52</sup>

En el mismo estudio, establecieron que la reducción progresiva de costos tiene una importancia menor para la rentabilidad de las inversiones. Sin embargo, el factor relevante para el análisis de la inversión es el precio de la energía esperado. Para dicho estudio se consideró con un precio futuro del petróleo según el nivel de 2005, que las inversiones en eficiencia energética están cerca de la rentabilidad, incluso sin el apoyo de la política. Si se esperan altos precios de la energía, la rentabilidad en eficiencia energética sería una oportunidad de inversión efectiva.

Los investigadores Zavadskas, Raslanas y Kaklauskas presentaron una investigación denominada “Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sector: The effects of policy instruments and energy price expectations” (Potencial Económico de la Modernización

<sup>52</sup> Amstalden R., Kost M., Nathani C. y Imboden D. (2006). Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sector: The effects of policy instruments and energy price expectations. Environmental Physics, ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland, Energy Policy, Volume 35.

Energética en el Sector de la Construcción Residencial en Suiza: Los Efectos de los Instrumentos de Política y las Expectativas del Precio de la Energía), presentado en 2007, estudiaron algunos problemas relacionados con la evaluación de la eficacia de adaptación de edificios de apartamentos en las zonas urbanas. Con el fin de determinar la rentabilidad de las inversiones de remodelación en viviendas, se desarrollaron algunos escenarios de adaptación.<sup>53</sup>

Como resultado, ofrecieron un nuevo enfoque para determinar la eficacia de adaptación de las viviendas con base, tanto en el ahorro de energía que se espera, como en el incremento de valor de mercado de edificios renovados. Sin embargo, se observó que la adaptación o reacondicionamiento de las viviendas, mejora considerablemente el estado de las estructuras de los edificios, así como la prolongación de su vida útil, lo cual incide en la sustentabilidad.

George Bakos, realizó un estudio llamado “A Systematic Techno-economic Assessment of a WEC System Installation for Lowcost Electrification of a Habitable Dwelling” (Una Evaluación Tecno-económica Sistemática de una Instalación de Sistema WEC para la Electrificación de Bajo Costo de un Inmueble para Vivienda),



<sup>53</sup> Zavadskas E., Raslanas S., Kaklauskas A. (2008). The Selection of Effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case. Vilnius, Lithuania. Energy and Buildings, Volume 40.

publicado en 2002, donde el sistema WEC es una red conectada a un sistema de conversión de energía eólica (WEC por sus siglas en inglés), utilizada para cubrir la demanda energética para la habitabilidad promedio de una vivienda.<sup>54</sup>

Se describieron las diversas partes del sistema de energía eólica y la utilidad de la producción de energía eléctrica mediante un programa de simulación basado en el método de Montecarlo (es un método numérico que permite resolver problemas físicos y matemáticos mediante la simulación de variables aleatorias). En este trabajo se calcularon importantes índices financieros y se investigaron diferentes escenarios económicos. Los índices financieros utilizados para realizar la evaluación económica fueron la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Año Efectivo a Flujo Positivo, el Valor Actual Neto (VAN) y el Periodo de Recuperación Simple (PBP).

El análisis económico se aplicó bajo cinco alternativas de escenarios de financiamiento, donde el propietario cubriría el 30, 35, 55, 60 y 100% de la inversión inicial del costo de adecuación. Después de la última ley de desarrollo griega (2601/98), que apoyaba las inversiones privadas para el desarrollo económico y regio-

nal de Grecia, la situación financiera favorable fue del 65% del capital inicial de la inversión como un subsidio, y el resto del costo de capital que participaba podría provenir directamente de los inversionistas, o a través de un préstamo bancario para la adecuación con una tasa de interés y plazo de amortización del préstamo favorables. El principal resultado observado fue que el mejor de los escenarios de financiamiento es donde el 70% del costo inicial se proporcionó en forma de subsidio.

En este caso, teniendo en cuenta el criterio del Valor Actual Neto (VAN), la situación financiera resultó, desde el punto de vista económico, una inversión viable. Sin embargo, se puede dar otro escenario donde se da lugar a una inversión económica viable, si los beneficios por los costos externos asociados a la aplicación se tienen en cuenta.

<sup>54</sup> Bakos G. C. (2002). A systematic techno-economic assessment of a WEC system installation for lowcost electrification of a habitable dwelling. *Applied Energy*, Volume 72, Issues 3–4, July–August.

## 4.2 MODIFICACIÓN DEL VALOR COMERCIAL POR FACTORES DE EFICIENCIAS ENERGÉTICAS EN INMUEBLES CERTIFICADOS



Entre los organismos que han realizado estudios relacionados a la plusvalía de la edificación sustentable se destaca Building Research Establishment Trust (Centro de Investigación y Educación de Ciencias de la Construcción o BRE Trust por sus siglas en inglés) quien, de acuerdo al informe "Putting a Price on Sustainability" ("Poniendo un precio a la sustentabilidad") realizado en conjunto con Cyril Sweett, publicado en 2005, para lo cual utilizaron el mercado inmobiliario de su base de datos, se calculó que los costos de capital adicionales (plusvalía) para un edificio con una calificación BREEAM® "Excelente" podrían ser de hasta un 7% considerando únicamente los elementos edilicios (edilicio se refiere a que es propio de la construcción) de la edificación sustentable.<sup>55</sup>

De acuerdo a la encuesta realizada por McGraw-Hill Construction y US Green Building Council presentada en el estudio denominado "Commercial & Institutional Green Building: Green Trends Driving Market Change" (Construcción Sustentable Comercial e Institucional: Tendencias Ecológicas que impulsan el Cambio en el Mercado), publicado en 2008, descubrió que los mercados de edificios comerciales e institucionales sustentables en Estados Unidos

<sup>55</sup> BRE Trust & Cyril Sweett. (2005). Putting a Price on Sustainability. 2005. BRE Trust and Cyril Sweett.

han aumentado el 2% del valor de la construcción en 2008, con un crecimiento proyectado del 20 al 25% para 2013.<sup>56</sup>

Recientemente, en 2014, en el informe realizado por Building Research Establishment Trust and Sweett Group, llamado "Delivering Sustainable Buildings, Savings and Payback" ("Entregando Edificios Sustentables, Ahorro y Recuperación") elevó el costo de capital adicional (plusvalía) para una oficina, con calificación BREEAM® "Excepcional", en un 9%, para un inmueble con una ubicación con "Buenos" enlaces de transporte público, siendo este último un elemento no edilicio (edilicio se refiere a que es propio de la construcción).<sup>57</sup>

De acuerdo al informe denominado Business Case for Energy Efficient Building Retrofit and Renovation ("Caso de Negocios para la Modernización y Renovación de Edificios Energéticamente Eficientes"), hecho por McGraw Hill Construction, publicado en 2011, los edificios sustentables se venden a un mayor precio, McGraw Hill determinó que el precio de venta de los edificios con etiqueta "Energy Star®", que

es un programa que promueve los productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad, es 12% superior a las construcciones convencionales con características similares pero sin estas etiquetas.<sup>58</sup>

De acuerdo al estudio denominado "Green Noise or Green Value? Measuring the Effects of Environmental Certification on Office Values" (¿Malestar Verde o Valor Verde? Medir los Efectos de la Certificación Ambiental en los Valores de Oficina) publicado en 2011 por Franz Fuerst y Patrick McAllister estimaron que la prima de los edificios con certificación "LEED®" es 31 % superior a la de los edificios convencionales.<sup>59</sup>

Los edificios sustentables se alquilan a un mayor precio, en comparación de los contratos de alquiler de edificios "Energy Star®" con edificios sin esta etiqueta, un grupo de investigadores encabezados por Kok Nils, en la Universidad de Maastricht en Los Países Bajos presentó una investigación en 2011 donde se determinó que los alquileres de los edificios sustentables son 3.5 % más elevados.<sup>60</sup>

<sup>56</sup> McGraw-Hill Construction & USGBC. (2008). Commercial & Institutional Green Building: Green Trends Driving Market Change, 2008.

<sup>57</sup> BREE Trust & Sweett Group. (2014). Delivering Sustainable Buildings, Savings and Payback. BRE Trust and Cyril Sweett

<sup>58</sup> McGraw-Hill Construction Smart Market Reports. (2011). Case for Energy Efficient Building Retrofit and Renovation.

<sup>59</sup> FFuerst, Franz and McAllister, Patrick. (2011). Green Noise or Green Value? Measuring the Price Effects of Environmental Certification in Commercial Buildings. School of Real Estate and Planning, Henley Business School. April 25, 2011.

<sup>60</sup> Nils K. (2011). Maastricht University, PRI Workshop, January 2011.



# CUARTA PARTE

Es evidente la global y creciente inquietud de parte de instituciones públicas y privadas, en enfocarse en el desarrollo de las construcciones con miras al cuidado del medio ambiente, este movimiento sustentable más allá de una moda se ha convertido en una necesidad global, también esta idea de sustentabilidad ha rebasado el ámbito exclusivamente medioambiental para convertirse en un tema multidisciplinario y aunque se evidencia la diversidad de criterios considerados en las políticas globales de sustentabilidad, también se evidencia que se trata de una materia que está estructurando sus criterios y que van cerrando brechas a fin de permitir la unificación en los mismos.

Es responsabilidad del gremio de la valuación inmobiliaria el sumarse a este movimiento global y hacer planteamientos que, de la misma forma y como vemos en el tema de la edificación sustentable, generen propuestas que, con la experiencia, se vayan estructurando a fin de consolidar una metodología de valuación para inmuebles sustentables.

El presente análisis, no pretende ser exhaustivo, y se reconoce que las normas, reportes,

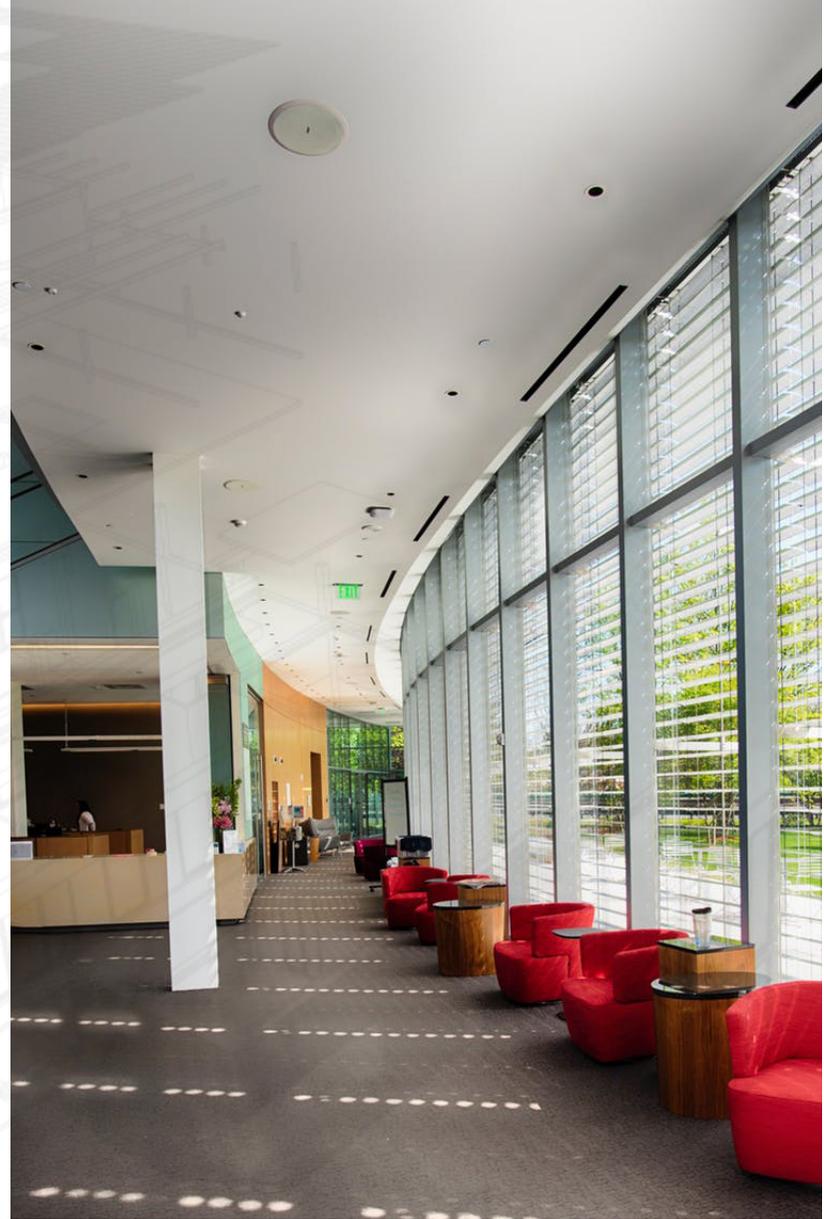
iniciativas e investigaciones presentadas no son los únicos esfuerzos llevados a cabo en los distintos países, adicionalmente, los gobiernos locales, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil han realizado importantes contribuciones al sector inmobiliario y valuatorio que no se incluyen en el presente análisis, por falta de una abierta difusión de los mismos.

## DISCUSIÓN

Como resultado del análisis de la información recopilada se presentan algunas propuestas referentes al camino que debe tomar la valuación inmobiliaria frente al desarrollo de la edificación sustentable y su certificación.

Como primer punto exponemos la diversidad en los criterios que presentan algunos investigadores y organismos certificadores, para la determinación del grado de eficiencia energética, así como el impacto de estas efi-

ciencias en el valor comercial del inmueble; algunos analizan desde la perspectiva de la reducción en el consumo de combustibles, tanto renovables como no renovables, lo cual depende del tipo de combustible usado para obtener energía eléctrica o calefacción y refrigeración; para otros estudios basados en esto, el ahorro energético también depende de la fluctuación en el precio de dichos combustibles, asimismo, hay quienes agregan una variable, como lo es la tasa de interés del financiamiento de la construcción para determinar la inversión en las mejoras de la edificación. Otros organismos certificadores conciben la eficiencia energética según los estándares de adecuación del proyecto arquitectónico a diferentes zonas climáticas y establecen que el ajuste al estándar regido por la zona climática y que alcanzará la certificación de la edificación y se le adjudicará un código técnico que podría ser considerado para determinar el valor de mercado. Otros organismos certificadores determinan la eficiencia energética de la edificación, de acuerdo al logro del confort térmico del usuario, para ello proponen que se calcule el gasto energético comparado con las normas existentes de eficiencia energética mediante la cual se proceda la certificación y en virtud de ello, se determinará un valor inmobiliario adicional en la medida que sea más



confortable y el gasto energético sea menor. Para determinar la certificación energética se consideran parámetros como: adecuación al clima, reducción del uso de combustibles, confort térmico; y se propone incluir, además, la reducción en la contaminación ambiental y el aumento en la calidad de vida. Otros autores analizan la eficiencia energética como una inversión extra representada por la adecuación de la edificación al clima, incidiendo en el incremento del confort térmico y en la reducción de la ganancia de calor, trayendo como consecuencia un retorno de la inversión respecto al ahorro en equipos de climatización y en consumo energético (gastos operativos), a lo largo de su vida útil.

Finalmente, cada organismo certificador otorga un título, una etiqueta, un grado, una letra o una calificación dependiendo del nivel de sustentabilidad que presenta la edificación evaluada y de acuerdo a los criterios que contemple y a medida que los procesos de certificación van mejorando, los criterios que se contemplan incrementan. A manera de primera propuesta, indicamos que la certificación otorgada por los diferentes organismos nos puede servir como un referenciador que sea la liga que permita homologar las diferentes certificaciones o al menos las más repre-

sentativas a nivel global, con el fin de equivaler criterios y poderlos traducir en uno solo, mismo que podremos ocupar en el proceso valuatorio y que se vaya actualizando a medida que las certificaciones se actualicen. Podemos utilizar diferentes metodologías para hacer dicha homologación y la intención del presente trabajo no es el desarrollo de ella, pero en primera instancia podemos hacer un ejemplo que respalde la primera propuesta.



# Resumen de Criterios de Certificaciones de Edificación Sustentable

| Tipo de Certificación | Diseño Integral y Bioclimatismo<br>11 Criterios | Localización y Transporte<br>8 Criterios | Sustentabilidad en el Terreno<br>10 Criterios | Proceso de Const., Mat., Recursos y Residuos<br>8 Criterios | Eficiencia en el Agua<br>9 Criterios | Energía y Medio Ambiente<br>11 Criterios | Operación, Salud, Confort, Calidad Ambiental Interior y Manejo de Residuos<br>18 Criterios | Total de Criterios<br>75 |
|-----------------------|---|--|---|---|--------------------------------------|--|--|--------------------------|
| HQE™                  | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 34                       |
| BREEAM®               | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 50                       |
| CASBEE®               | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 40                       |
| DGNB                  | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 43                       |
| GREEN CLOBE           | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 63                       |
| GREEN STAR            | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 25                       |
| LEED® (V.4)           | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 58                       |
| LBC™ (V.3.1)          | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 66                       |
| MEES                  | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 26                       |
| PUMA®                 | / / / / / / / / / / / /                         | / / / / / / / /                          | / / / / / / / / / / / /                       | / / / / / / / /   | / / / / / / / / /                    | / / / / / / / / / / / /                  | /  | 32                       |

**Tabla 3. Resumen de Criterios de Certificaciones de Edificación Sustentable.**

Como se puede observar en la Tabla 3. "Resumen de Criterios de Certificaciones de Edificación Sustentable." Ninguna de las certificaciones alcanza el 100% de los criterios que se determinaron en el análisis de la información y que se encuentran presentes en los distintos procesos de certificación; esta tabla es la base para realizar la homologación de certificaciones.

Para el segundo punto y enfocándonos en el análisis de la información que se obtuvo respecto de la valuación inmobiliaria de los edificios sustentables certificados, resumimos que existen parámetros y métodos utilizados en la valuación inmobiliaria de estas construcciones. Dentro de los parámetros encontramos las características arquitectónicas de los inmuebles, los tipos de energías utilizadas, coeficientes de



ganancias y pérdidas de calor, y cumplimiento de normas de eficiencia locales; sin embargo, prevalecen como características físicas de la vivienda y su diseño sustentable. Dentro de los métodos encontramos el método de Mercado, el método Físico o Directo y el método del Ingreso o Rentas que siguen siendo los métodos universales para la valuación inmobiliaria; las herramientas más utilizadas para valorar la eficiencia energética y su incidencia en el mercado inmobiliario fueron la regresión lineal múltiple, la regresión lineal de los precios derivados del confort térmico, el análisis hedónico a través de la regresión semilogarítmica. La variación entre los casos estudiados estuvo centrada en las variables independientes usadas, las cuales incluyeron características físicas, de confort térmico y variables económicas, entre

otras.

Como podemos ver, existen gran cantidad de criterios y estudios que se presentan, todos ellos llenos de validez y profesionalismo, algunos se unifican en distintos análisis y otros discrepan, en cualquiera de todos los casos, se converge en que existe una plusvalía en las construcciones con certificado sustentable; de esto surge la segunda propuesta que es la de ponderar el sobrecosto resultante de los diferentes estudios analizados y determinar una plusvalía con tope mínimo y máxima para poder utilizarlo en la valuación de un inmueble.

# Comparativa de la Plusvalía en la Edificación Sustentable

| No. | Autor(es) del Estudio                                | Nombre o Tipo de estudio  | Tipo del estudio | Año del estudio | Criterio del Estudio                               | Plusvalía Determinada |
|-----|--|---|------------------|-----------------|--|-----------------------|
| 1   | Rick Nevin y Gregory Watson                          | Evidence of Rational Market Valuations for Home Energy Efficiency   | Habitacional     | 1998            | Ahorro de energía                                  | 12%                   |
| 2   | Jesús Manuel Fitch y David Morillón                  | El Confort Térmico como Variable Adicional al Método Racional de Valuación de Inmuebles                   | Mixto            | 2001            | Confort térmico y Ahorro de Energía                | 25%                   |
| 3   | Axa Rojas  | Relación entre el Valor de un Inmueble y su Eficiencia Energética   | Mixto            | 2003            | Confort térmico y Ahorro de Energía                | 14%                   |
| 4   | Building Research Establishment Trust                | Putting a Price on Sustainability   | Mixto            | 2005            | Viviendas con certificado de sustentabilidad       | 7%                    |
| 5   | Dirk Brounen, Nils Kok y Jaco Menne                  | Energy Performance Certification in the Housing Market Implementation and Valuation in the European Union | Habitacional     | 2009            | Viviendas Certificadas como Sustentables           | 12%                   |
| 6   | McGraw-Hill Construction Smart Market Reports        | Business Case for Energy Efficient Building Retrofit and Renovation                                       | Mixto            | 2011            | Viviendas con certificado de eficiencia energética | 12%                   |
| 7   | María de los Ángeles Díaz de León                    | Metodología para Valuar Vivienda Ecológica  | Habitacional     | 2013            | Viviendas clasificadas como Sustentables           | 8%                    |
| 8   | Building Research Establishment Trust y Sweett Group | Delivering Sustainable Buildings, Savings and Payback   | Mixto            | 2014            | Viviendas con certificado de sustentabilidad       | 9%                    |

**Tabla 4. Comparativa de la Plusvalía Edificación Sustentable.**

Como se puede observar en la Tabla 4. “Comparativa de la Plusvalía Edificación Sustentable.” y de acuerdo al revisión de los estudios realizados, la plusvalía que se tiene comercialmente, en los inmuebles sustentables ronda entre el 7% y el 25%, haciendo un análisis de los diferentes estudios, nos encontramos que los realizados por Building Research Establishment Trust en 2005 y Sweett Group en 2014, son los que se enfocan en los criterios de la certificación sustentable y se apegan a los lineamientos de ese tipo de edificación; haciendo un análisis de las variables presentadas en cada estudio y realizando una ponderación donde se excluyen los elementos no edificios (edificio se refiere a que es propio de la construcción), podemos determinar que la plusvalía que tiene la edificación sustentable es de 7.5%, de acuerdo a estos estudios revisados y a la variación comercial de los inmuebles sustentables se deberá de estar en el entendido que los criterios de sustentabilidad puedan modificar este porcentaje.

Como tercer punto, destacamos algunos estudios de valuación inmobiliaria que parten de un inmueble sin algún tipo de certificación de eficiencia energética y se presentan propuestas para determinar, por cuenta del valuador, el nivel de sustentabilidad del edificio analizado, tomando en consideración criterios que, a experiencia del valuador, deben de estar presentes en la edificación sustentable, encontrando que en la mayoría de los casos, son elementos edilicios (edilicio se refiere a que es propio de la construcción); los estudios más completos presentan alrededor de 40 criterios en diferentes categorías, estos criterios los tenemos contenidos en la Tabla 1. "Comparativa de Certificaciones de Edificación Sustentable" realizada en la presente investigación, la cual contiene un total de 75 criterios que son propios y ajenos a la construcción, encontramos un diferencial de 35 criterios, es decir, el estudio más completo considera solo el 53% del total de criterios que actualmente se tienen para certificar un edificio sustentable, lo cual dista mucho de ser un estudio completo. Por otro lado, sí el valuador no tiene un amplio conocimiento de la edificación sustentable y de las metodologías de certificación, es difícil generar un modelo para determinar, el grado de sustentabilidad de un inmueble, sin mencionar el conflicto que conlleva determinar el

nivel de sustentabilidad de un inmueble y posteriormente, determinar el valor comercial en base al grado de sustentabilidad previamente determinado por la misma persona.

Como cuarto y último punto, a manera de propuesta a discernir, con fines prácticos para el quehacer valuatorio, específicamente en la determinación del valor comercial del inmueble, y considerando los esfuerzos de los investigadores y organismos certificadores con los niveles o etiquetas de certificación indicadas en el punto uno de este apartado, es:

1. Determinar el sobre costo máximo y el mínimo que este tipo de construcción presenta y que derivado del análisis de la información presentada podemos ver, en términos reales, es del 7.5%
2. Hacer la homologación de criterios y sistemas de certificación, transformarlos en un "Factor de Sustentabilidad" (Fs) que sea aplicable en la estimación de valor.
3. Desarrollar un modelo matemático dentro del avalúo donde se pueda aplicar dicho "Factor de Sustentabilidad" (Fs) como parte del análisis dentro del valor de mercado del inmueble.

4. Hacer las observaciones necesarias en los diferentes apartados del avalúo como “Antecedentes” indicando que es un inmueble con una certificación de sustentabilidad y sus características; en el apartado de “Declaraciones y Advertencias” indicando que es responsabilidad del valuator el cotejo de vigencia y acreditación de la certificación correspondiente; en el apartado de “Descripción General del Inmueble” indicando cuales son las características de la certificación obtenida; en el apartado de “Elementos de la Construcción” indicando cuales son los elementos sustentables con que cuenta el inmueble; en el apartado de “Consideraciones Previas al Avalúo” indicando las características de la certificación que presenta el inmueble; y por último en el apartado de “Resumen” presentando el valor de mercado con el valor determinado incluyendo el sobrecosto por ser un inmueble sustentable con el certificado correspondiente.



# CONCLUSIONES

A lo largo de la presente investigación se realizó la recopilación y revisión de la información concerniente a la edificación sustentable con certificado de ahorros energéticos, y haciendo un análisis desde el punto de vista comercial, se expuso la plusvalía que este tipo de edificación tiene; asimismo, se presentaron una serie de propuestas para la incidencia que debe tener en el proceso de valuación inmobiliaria, estableciendo los factores de sustentabilidad que se deben considerar en su valuación.

Al concluir el análisis podemos puntualizar los siguientes aspectos:

1. En México la práctica de certificación bajo estándares de sustentabilidad requiere mayores esfuerzos, puesto que demanda una culturización de inmobiliarias, clientes, instituciones públicas y del usuario en general; aunado a esto la adquisición de inmuebles certificados se dificulta al no haber gran oferta en el mercado y cuando la certificación sustentable no es obligatoria, la adopción de la certificación es baja. Sin embargo, las empresas inmobiliarias ratifican su compromiso con las mejores prácticas de sustentabilidad no sólo buscando

dichas certificaciones en sus nuevos desarrollos, sino también para edificios existentes.

2. Los constructores, promotores inmobiliarios, instituciones financieras, unidades de valuación y valuadores inmobiliarios independientes, en estos momentos y a nivel global, no tienen la claridad ni adecuada comprensión del mercado de la edificación sustentable, asimismo no hay la apropiada identificación de factores sustentables y la plusvalía que obtienen a través de la mejora en el rendimiento energético demostrado a través de un certificado de sustentabilidad.

3. A medida que aumenta la demanda de opciones de edificación sustentable, la construcción que cuenta con estas características se vuelve cada vez más rentable y deseable dentro del mercado de inmuebles, siendo los promotores inmobiliarios los principales receptores de estos beneficios.

4. Un inmueble sustentable, independientemente de contar con un certificado de sustentabilidad, tiene una plusvalía generada por la eficiencia energética que pueda alcanzar, y mientras más sustentable sea un inmueble mayor debe de ser su valor de mercado, sin em-

bargo, este parámetro es difícil de cuantificar para ser aplicado directamente en la valuación inmobiliaria.

5. La inversión en una construcción sustentable es variable, por una parte tenemos la edificación que desde su concepción se plantea como sustentable, es decir con un “diseño Integrado” la cual presenta un incremento que ronda en el 2% comparado con una construcción convencional y, por otro lado está la construcción convencional que ha sufrido mejoras para convertirse en una edificación sustentable que registra sobrecostos que superan el retorno de la inversión realizada y por consiguiente siguen sin ser atractivas para los inversionistas inmobiliarios.

6. Existe la información necesaria para generar un análisis, y con ello establecer los factores de sustentabilidad que pueden aplicarse en el proceso valuatorio de un inmueble certificado como sustentable, asimismo, se puede conformar un modelo matemático que permita integrarse al avalúo exponiendo los factores de sustentabilidad cualificando y cuantificando la plusvalía que generan estos factores, agregándolos al valor de mercado determinado.

7. La plusvalía que se puede encontrar en la

edificación sustentable afecta principalmente el valor de mercado del inmueble, por lo que el avalúo comercial es el principal campo de acción que tiene el valuador inmobiliario, pero sin dejar de lado las demás finalidades que tiene el avalúo, como lo es la valuación inmobiliaria para créditos hipotecarios de viviendas sustentables que nos iremos encontrando cada vez más.

8. Dado que la construcción sustentable continuará sus esfuerzos para cumplir algunas de las expectativas para reducir los impactos negativos sobre el ambiente, es inminente persistir en la educación y la divulgación de objetivos multidisciplinarios, incluyendo bienes raíces y la formación del valuador profesional.



# BIBLIOGRAFÍA

Amstalden R., Kost M., Nathani C. y Imboden D. (2006). Economic potential of energy-efficient retrofitting in the Swiss residential building sector: The effects of policy instruments and energy price expectations. Environmental Physics, ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland, Energy Policy, Volume 35.

Axa R. (2015). Parámetros tecnológicos para la certificación energética de edificios y su incidencia en el mercado Inmobiliario. Revista arbitrada de la Facultad de Arquitectura y diseño de la universidad de Zulia, No. 32, Artículo.

Bakos G. C. (2002). A systematic techno-economic assessment of a WEC system installation for low-cost electrification of a habitable dwelling. Applied Energy, Volume 72, Issues 3–4, July–August.

BRE Group. (2018). Capturing the value of sustainability: Identifying the links between sustainability and business value. Report.

BRE Trust & Sweett Group. (2014). Delivering Sustainable Buildings, Savings and Payback. BRE Trust and Cyril Sweett.

BRE Trust & Cyril Sweett. (2005). Putting a Price on Sustainability. 2005. BRE Trust and Cyril Sweett.

Building Services Research and Information Association. (1996). BSRIA: Independent building test, research, instruments and information.

Brian E. (2004). Guía Básica de Sostenibilidad. Gustavo Gili.

Brian E. (2009). Rough Guide to Sustainability. Riba Publishing.

Brounen D., Kok N. y Menne J. (2009). Energy Performance Certification in the Housing Market Implementation and Valuation in the European Union.

Canadian Building Energy End-Use Data and Analysis Centre. (2004). Energy Use Data Handbook, 1990 and 1996 to 2002. Energy Publications.

Catastro para el Distrito Federal, Gobierno del Distrito Federal Secretaria de Finanzas, México 2000.

Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (2008). Edificación Sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos, Informe del Secretariado al Consejo conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, 2008.

Días de León M. de los A. (2013). Metodología para valorar Vivienda Ecológica. Ponencia, Colegio de Valuadores de Puebla A. C.

Dodge Research and Analytics. (2016). World Green Building Trends 2016. Smart Market Report.

Domínguez R. (2015). Valuación de vivienda ecológica. Artículo, revista Valuador Profesional No. 40, 1er. Trimestre 2015.

Fitch J. M. y Morillón D. (2001). El confort térmico como variable adicional al método tradicional de valuación de inmuebles: Caso vivienda del área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES, Vol. 5, ISSN-0329-5184, 01.87-01.91, Argentina.

Foster N. (1999). Norman Foster: Obras Seleccionadas y Actuales de Foster and Partners. Paraninfo, Editorial S. A.

Fuerst, Franz and McAllister, Patrick. (2011). Green Noise or Green Value? Measuring the Price Effects of Environmental Certification in Commercial Buildings. School of Real Estate and Planning, Henley Business School. April 25, 2011.

Gobierno de la Ciudad de México. (2015). Código Fiscal del Distrito Federal. Artículo 296, párrafo

dos. Gaceta oficial del Distrito Federal del 30 de diciembre de 2015.

Ianni, O. (2000). Enigmas de la Modernidad-Mundo. Siglo XXI México.

Instituto Mexicano de Edificación Sustentable. (2005). Metodología de Evaluación de Edificaciones Sustentables MEES. 2005.

Jones Lang LaSalle. (2016). Latin America Regional Prime Office Report. JLL®.

Kats G. (2003). The Costs and Financial Benefits of Green Buildings. A Report to California's Sustainable Building Task Force. Capita E.

Madero G., Ruy J. (2002). Valuación catastral, Federación de Colegios, Institutos y Sociedades de Valuadores de la República Mexicana A. C.

Manuel G. (2002). Diccionario Metápolis arquitectura avanzada, edición ilustrada. Actar.

Mathiessen L. F. y Morris P. (2007). The Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Impact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption. Davis Langdon.

McGraw-Hill Construction & USGBC. (2008). Commercial & Institutional Green Building: Green Trends Driving Market Change, 2008.

McGraw-Hill Construction Smart Market Reports. (2011). Case for Energy Efficient Building Retrofit and Renovation.

Mercer LLC and Ceres. (2011). Energy Efficiency and Real Estate: Opportunities for Investors, Report.

Nevin R., Watson G. (1998). Evidence of Rational Market Valuations for Home Energy Efficiency. Chicago, Illinois. The Appraisal Journal. The Appraisal Institute.

Nils K. (2011). Maastricht University, PRI Workshop, January 2011.

Rojas A. (2003). Relación entre el Valor de un Inmueble y su Eficiencia Energética. Trabajo de Grado para obtener el Grado de Magister Scientiarum en Catastro y Avalúo Inmobiliario. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.

Secretaría de Economía de México. (2012). Norma mexicana NMX-AA-157-SCFI-2012, Requisitos y Especificaciones de Sustentabilidad para la Selección del Sitio, Diseño, Construcción, Operación y Abandono del Sitio de Desarrollos Inmobiliarios Turísticos en la Zona Costera de la Península de Yucatán.

Secretaría de Economía de México. (2013). Norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, Edificación Sustentable, criterios y requerimientos mínimos.

Secretaría de Economía de México. (2014). Norma mexicana NMX-AA-171-SCFI-2014, Requisitos y Especificaciones de Desempeño Ambiental de Establecimientos de Hospedaje.

Secretaría de Energía de México. (2015). Sector Eléctrico Nacional, Balance Nacional de Energía 2015.

Secretaría de Energía de México. (2017). Hoja de Ruta para el Código y Normas de Eficiencia Energética para Edificaciones en México.

Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2008). Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES). Gaceta oficial del Distrito Federal del 25 de noviembre de 2008.

U.K. Green Building Council. (2013). The Business Case for Green Building: A Review of the Cost and Benefits for Developers, Investors and Occupants.

U.K. Green Building Council. (2018). Capturing the value of sustainability: Identifying the links be-

tween sustainability and business value.

U.S. Green Building Council. (2008). Green Building Facts.

Zavadskas E., Raslanas S., Kaklauskas A. (2008). "The Selection of Effective retrofit scenarios for panel houses in urban neighborhoods based on expected energy savings and increase in market value: The Vilnius case". Vilnius, Lithuania. Energy and Buildings, Volume 40.

## PÁGINAS DE INTERNET

CASBEE®. (2011). CASBBE® Sistema de Certificación, Tokio, Japón. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE®). <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>. 22 de enero de 2018.

ISO. (2011). Norma ISO 50001, Sistemas de Gestión Energética. Ginebra, Suiza. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html/>. 4 de abril de 2018.

ISO. (2011). Norma ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental. Ginebra, Suiza. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html/>. 16 de marzo de 2018.

Green Globe. (2018). Green Globe Certification. Los Ángeles, California. Green Globe <https://greenglobe.com/green-globe-certification/>. 5 de febrero de 2018.

Green Star. (2015). Green Star Certification process. Barangaroo, Australia. Green Building Council Australia. <https://prezi.com/gsgnsxyb98ly/certificacion-green-star-australia/>. 12 de marzo de 2018.

G. La Rosa E. (1995). Introducción al lenguaje de la ciencia. Caracas, Venezuela. Inlencie. <http://inlencie.blogspot.mx/2007/10/informacion.html/>. 4 de marzo de 2018.

INFONAVIT. (2018). Hipoteca Verde. Ciudad de México, México. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. [http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido\\_mi\\_casa/hipoteca+verde/](http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/cuido_mi_casa/hipoteca+verde/). 21 de marzo de 2018.

INFONAVIT. (2018). Sistema Sisevive-Ecocasa. Ciudad de México, México. Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. <http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/sisevive-ecocasa/>. 22 de marzo de 2018.

Living Building Challenge. (2018). Certificación Living Building Challenge (LBC™). Washington, Estados Unidos. International Living Future Institute. <https://living-future.org/lbc/>. 13 de abril de 2018.

Muñiz M. (2016). Curso Introductorio MEES. Naucalpan de Juárez, México, Slide Share. <https://www.slide-share.net/MiltonMuniz/curso-audidores/>. 6 de marzo de 2018.

SBAliance. (2015). Haute Qualité Environnementale (HQE™). Paris, Francia. Sustainable Building Alliance <http://www.sballiance.org/es/our-work/libraries/haute-qualite-environnementale/>. 12 de febrero de 2018.

SBAliance. (2015). Liderazgo en energía y diseño ambiental (LEED®) Paris, Francia. Sustainable Building Alliance. <http://www.sballiance.org/es/our-work/libraries/leed-leadership-in-energy-and-environmental-design/>. 2 de abril de 2018.

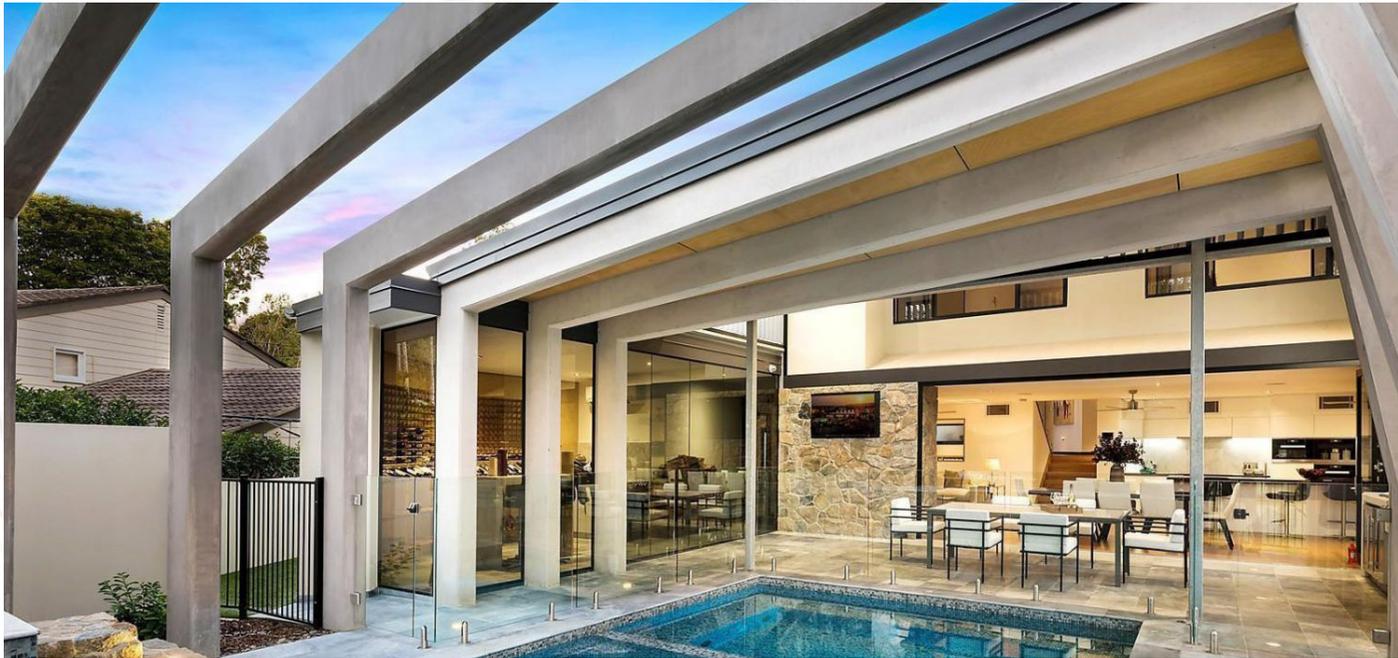
SBAliance. (2015). DGNB Certification System. Paris, Francia. Sustainable Building Alliance. <http://www.sballiance.org/es/our-work/libraries/deutsche-gesellschaft-fur-nachhaltiges-bauen-dg->

nb-or-german-sustainable-building-council/. 8 de febrero de 2018.

UKBRE. (2018). Certificación BREEAM®. Watford, Reino Unido. Sustainable Building Alliance. <https://www.breeam.com/>. 13 de febrero de 2018.

UNAM. (2018). Programa Universitario de Medio Ambiente, Ciudad de México, México. Distintivo Ambiental UNAM. <https://sustentabilidad.unam.mx/distintivo.php/>. 10 de agosto de 2018.

USGBC. (2018). Certificación LEED®. Washington D. C., Estados Unidos. U.S. Green Building Council. <https://new.usgbc.org/leed/>. 13 de marzo de 2018.



# GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Confort Térmico.-** Estado físico de bienestar percibido por los usuarios, generado por el ambiente interior del edificio, es cuando las personas no experimentan sensación de calor ni frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que desarrollan.

**Diseño Biofílico.-** Es el diseño que incorpora elementos de la naturaleza en espacios urbanos o interiores para evocar a la naturaleza, con el objetivo de ayudar a que las personas, se sientan mejor y conecten nuevamente con el espacio, una forma que contribuye a mejorar la salud y el bienestar de los individuos y la sociedad, tanto en espacios individuales o cerrados como en abiertos.

**Diseño Integrado.-** Es un término que caracteriza a la construcción cuando en su diseño se incorporan aspectos relacionados con la energía, el clima, la programática, lo social y económico de un proyecto y se consideran como parámetros primarios para su diseño.

**Edilicia.-** Del edificio o la construcción, o relacionado con ellos.

**Edificación Convencional.-** Es la construcción que se hace a través de sistemas y métodos tradicionales, que no sigue las normas de sustentabilidad, ambiental o bioclimático.

**Edificación Sustentable.-** Es la construcción que maneja prácticas y materiales respetuosos del medio ambiente, en la planeación, diseño, ubicación, construcción, operación y demolición de edificaciones; se aplica tanto a la renovación y reacondicionamiento de inmuebles preexistentes como a la construcción de nuevos edificios.

**Ecotecnologías.-** Conjunto de tecnologías eficientes que disminuyen el consumo de agua, energía eléctrica y gas, incorporadas a la vivienda y que deberán garantizar un ahorro mínimo progresivo.

**Holístico.-** Indica que un sistema y sus propiedades se analizan como un todo, de una manera global e integrada, ya que desde este punto de vista su funcionamiento sólo se puede comprender de esta manera y no sólo como la simple suma de sus partes

Huella de Carbono.- La huella de carbono se conoce como la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento producto o edificio, se expresa en unidades de bióxido carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{eq}$ )

Sustentabilidad.- o sostenibilidad (dependiendo del lugar donde se maneje este término o la traducción utilizada), describe cómo los sistemas biológicos se mantienen productivos con el transcurso del tiempo. Se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno.

