Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riiit.com.mx

Indicadores de sistemas pasivos y activos en edificaciones y su implicación en el mercado inmobiliario

Indicators of passive and active systems in buildings and their implication in the real estate market

Soto-Avilés, A.[a], Martín del Campo-Saray, F.[b], Bojórquez-Morales, G.[c], Luna-León, A.[d]

[a] Universidad de Guadalajara. Calle Mezquitán No. 302 Colonia Centro Barranquitas. C.P. 44100. Guadalajara, Jalisco, México.
[b] Universidad Autónoma de Baja California. Blvd. Benito Juárez S/N, Unidad Universitaria, C.P. 21280 Mexicali, Baja California, México.
[c] Universidad Autónoma de Baja California. Blvd. Benito Juárez S/N, Unidad Universitaria, C.P. 21280 Mexicali, Baja California, México.
[d] Universidad Autónoma de Baja California. Blvd. Benito Juárez S/N, Unidad Universitaria, C.P. 21280 Mexicali, Baja California, México.
anamaria.soto@udgvirtual.udg.mx; fsaray7@hotmail.com; gonzalobojorquez@uabc.edu.mx; anibal@uabc.edu.mx

Innovación tecnológica: herramienta valuatoria de sistemas pasivos y activos en edificaciones.

Área de aplicación industrial: utilidad para las unidades de valuación de bienes inmuebles y organismos certificadores de sustentabilidad.

Recibido: 21 julio 2020
Aceptado: 08 marzo 2021

Abstract

In the field of construction, there is a concern about the excessive consumption of renewable and non-renewable resources, particularly in cities with metropolitan characteristics, where population growth coupled with housing production have increased energy consumption and, consequently, the consumption of products associated with it, since a greater number of people require spaces and each space implies the demand for inputs, not only in the design and construction stage, but also in the operation and maintenance stage (Pérez, 2016). This situation means that the appraisals of bioclimatic houses do not have a correct estimated value, since there may be undervaluation or overvaluation as appropriate. The objective of the study was to implement a system for evaluating energy efficiency indicators in buildings with passive and active systems. For thus, a descriptive, cross-sectional and quantitative methodology was applied, it was analyzed that the multi-criteria valuation method proposed by Aznar and Guijarro, adjusts to this type of valuation, where it was

required to make an adaptation in the terminology, to handle criteria of indicators that evaluated the study variables and comparable indicators were obtained that allowed us to calculate the value of real estate as an object of study. The data analysis process was applied with the purpose of contrasting the variables of passive and active systems in Architecture, which are considered in buildings; and consequently, they affect the value of the real estate market. The conclusion of the commercial value of the real estate corresponds to the physical value resulting from the land, quality of construction and level of passive and active systems that the building has at the time of the estimate. The assigned weighting is based on a proposed matrix based on the NMX-AA-164-SCF1-2013 standard for Sustainable Building. It is mentioned that the passive and active systems included in a building provide a greater capital gain and guarantee the well-being of its inhabitants.

Keywords: building, indicators, passive and active systems, real estate valuation.

Resumen

En el ámbito de la construcción, existe preocupación sobre el consumo excesivo de recursos renovables y no renovables, particularmente en las ciudades con características metropolitanas, donde el crecimiento poblacional aunado a la producción habitacional han aumentado el consumo de energía y, consecuentemente, el consumo de productos asociados con ésta, ya que mayor número de personas requieren espacios y cada espacio implica la demanda de insumos, no solo en la etapa de diseño y construcción, sino también, en la etapa de operación y mantenimiento. Esta situación propicia que los avalúos de casas bioclimáticas no tengan un valor estimado correcto, ya que puede existir infravaloración o sobrevaloración según corresponda. El objetivo del estudio fue implementar un sistema de valoración de indicadores de eficiencia energética en edificaciones con sistemas pasivos y activos. Para ello, se aplicó una metodología de tipo descriptiva, transversal y cuantitativa, se analizó, que el método de valoración multicriterio propuesto por Aznar y Guijarro, se ajusta a este tipo de valuación, donde se requirió hacer una adaptación en la terminología, para manejar criterios de indicadores que evaluaron las variables de estudio y se obtuvieron los indicadores comparables que permitieron calcular el valor de los bienes inmuebles como objeto de estudio. El proceso de análisis de datos se aplicó con el propósito de contrastar las variables de sistemas pasivos y activos de Arquitectura, que se contemplan en edificaciones; y, por consiguiente, inciden en el valor del mercado inmobiliario. La conclusión de valor comercial del bien inmueble corresponde al valor físico resultante de terreno, calidad de construcción y nivel de sistemas pasivos y activos que posee la edificación al momento de la estimación. La ponderación asignada se basa en una matriz propuesta con base a la norma NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable. Se menciona que los sistemas pasivos y activos incluidos en una edificación brindan una plusvalía mayor y garantizan un bienestar a sus habitantes.

Palabras clave: edificación, indicadores, sistemas pasivos y activos, valuación inmobiliaria.

1. Introducción

En 2020, se puede señalar que se han diseñado, construido y evaluado edificaciones de Arquitectura bioclimática para obtener la calidad ambiental de las edificaciones realizadas, donde se tiene en cuenta los principios básicos de “construir con el clima” y se ha demostrado su viabilidad económica; sin embargo, existe una evaluación económica del consumo

energético y de su impacto ambiental a largo plazo y el sistema de costo de producción en el sector de la construcción en términos de rentabilidad a corto plazo, requiere una demanda de mantenimiento desde la adecuación de la edificación al entorno natural (D'Amico, 2014).

D'Amico (2014) define la Arquitectura bioclimática, entendida en términos conceptuales, se fundamenta en la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales de su entorno, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra. Una lógica que parte del estudio de las condiciones climáticas y ambientales; y de la adecuación del diseño arquitectónico para protegerse o utilizar los distintos procesos naturales.

La eficiencia energética a nivel residencial ha sido delegada en gran medida a las dinámicas de los mercados inmobiliarios después de regular un nivel de costo mínimo. Esta definición regulatoria, que puede ser abordada desde un punto de vista prescriptivo (en relación a exigencias por elemento constructivo en términos de transferencia térmica de muros o techos) o en su defecto (asociado a indicadores de desempeño, como la demanda o consumo de calefacción), que en algunos casos se complementa con la incorporación obligatoria de certificaciones energéticas (Encinas *et al.*, 2017).

Lo señalado por Encinas *et al* (2017), atribuye la necesidad de utilizar indicadores que emplea el sistema energético de una vivienda para que propicie un bienestar a sus ocupantes, se entiende, que mientras mayor número de sistemas pasivos y activos tenga una casa habitación, su valor monetario incrementa y esta es una de las premisas que conlleva el presente estudio.

La finalidad de esta investigación, fue presentar los factores básicos que inciden en el mercado inmobiliario, al utilizar sistemas pasivos y activos diversos en edificación residencial y cuáles métodos de valoración resultaron ser confiables para este tipo de avalúos, donde se analizaron sus características y condiciones intrínsecas y extrínsecas como bien tangible, con la intención de cuidar el aspecto de la estimación de valor.

1.1 Revisión literaria

Fitch y Morillón (2001) señalan que, los métodos utilizados para valuar inmuebles se encuentran en algunos casos con falta de precisión, al igual de no considerar las variables climáticas diferentes que puedan integrar el valor comercial. Una de las variables que no se consideran en los formatos de las instituciones que regulan esta disciplina, son las condicionantes que determinan el confort térmico en el análisis de valor del inmueble.

En el ámbito de la construcción, existe preocupación sobre el consumo no mesurado de recursos renovables y no renovables, particularmente en las ciudades con características metropolitanas, donde el crecimiento poblacional aunado a la producción habitacional han aumentado el gasto de energía y, consecuentemente los productos asociados con ésta, ya que mayor número de personas requieren espacios y cada espacio implica la participación de insumos, no solo en la etapa de diseño y construcción, sino también, en la etapa de operación y mantenimiento (Pérez y González, 2016).

Se han diseñado, construido y evaluado edificaciones de Arquitectura bioclimática, capaces de refrendar la bondad y calidad ambiental de las edificaciones realizadas donde se tiene en cuenta los principios básicos de "*construir con el clima*", y se ha

demostrado su viabilidad económica (D'Amico, 2014).

El sistema pasivo es un método utilizado en Arquitectura con el fin de obtener edificios que logren su acondicionamiento ambiental mediante procedimientos naturales; y el sistema activo es un método para definir al principio de captación solar, almacenamiento y distribución que necesita para su funcionamiento el aporte de energía externa por medios mecánicos. De acuerdo a lo anterior, una vivienda que tiene sistemas pasivos y activos brinda ventajas con respecto a las que no fueron diseñadas con ambos sistemas. Lo anterior se debe a que el diseño de la vivienda permite el bienestar de los usuarios, ya que es resultado del análisis de la radiación solar incidente, temperatura, velocidad de viento, humedad, orientación, nubosidad, precipitación pluvial, altitud, latitud. Sin embargo, el mercado inmobiliario en México, no posee una metodología para incluir en la evaluación inmobiliaria características del diseño bioclimático y lo común es que los valuadores lo manejen como obras complementarias o el incremento subjetivo de valor, de acuerdo con su interpretación del mercado y su experiencia en la Valuación.

En acuerdo con Fitch *et al* (2018), quienes señalan que los formatos de las instituciones y entidades en el ramo de la valuación no comprenden algún apartado del cual se desarrolle un estudio del inmueble en donde se analicen las condiciones de confort térmico. Por lo tanto, se establece que es necesario obtener un valor ajustado a las características particulares del inmueble, tales como son su orientación, el tipo de material empleado, distancia entre piso y techo, dimensión de las ventanas y su orientación, y la utilización de elementos accesorios de la Arquitectura que propician poder mitigar la conducción de calor al interior del inmueble (partesoles, aleros, entre otros).

Esto conlleva a tener reflexiones sobre la situación en que se encuentra la vivienda en su contexto ambiental. A causa de una eficiencia bioclimática baja, el consumidor deberá realizar un gasto excedente para mejorar el confort térmico de la construcción, por la falta de planeación bajo estos principios. En consecuencia, se plantea la valuación económica de la vivienda hacia un sentido de habitabilidad térmica; es decir, no solamente lo que constituye el principio económico (mayor y mejor uso), ya que el mercado en ocasiones no revela factores que derivan hacia un aumento del bienestar y con ello un progreso en la calidad de vida.

La Arquitectura bioclimática busca que disminuya el impacto del uso de los recursos como energía eléctrica, el gas, el agua, entre otros. El diseño bioclimático da una respuesta que conforta al usuario en sentidos diferentes y además propicia eficiencia energética de la vivienda en su funcionamiento. Si se considera la utilización del diseño bioclimático todos esos gastos se recuperarán durante la vida útil del inmueble y además promocionará la disminución de consumo de energía para obtener el confort deseado en el inmueble, y a su vez, incrementará el valor de desarrollo inmobiliario (Fitch, Narváez y Marmolejo, 2018).

Se entiende que, el propósito de la factibilidad financiera de proyectos con sistemas pasivos y activos de Arquitectura, al evaluar las condiciones y aspectos especiales que se le asignan a una vivienda, repercute en la garantía de satisfacción y bienestar de usuarios que habitan este tipo de edificaciones y otorga un plus en el ahorro energético e incremento del valor monetario del bien inmueble.

Desde otro contexto se presenta el estado de la cuestión bajo el enfoque de lo más reciente a lo más antiguo y de lo internacional a lo

local; en esta línea del tiempo, el trabajo de Dinan y Miranowski (1989), realizado en el mercado residencial de Iowa (EEUU) comprobó, por primera vez, la relación de proporcionalidad directa entre los precios inmobiliarios y la eficiencia energética. Así, las mejoras introducidas equivalentes a una reducción de dinero en el consumo energético de refrigeración, para un nivel de confort determinado, se convirtieron en un *market Premium* de 11.63 USD en el precio de venta. ¿Guardan relación los certificados energéticos con los precios? Hasta el año 2013, cuando la refundación se traspuso en España, había 22 estudios publicados (3 en Europa) sobre la relación entre la certificación energética y los precios inmobiliarios. La mayor parte refiere edificios de oficinas. Así, en los EE UU el sobreprecio por el certificado LEED en edificios de oficina va desde cero en el estudio de Eichholtz *et al* (2010), hasta un 25% en los de Fuerst y McAllister (2011a y 2011b). Para el Energy Star, va de 5.8% hasta un 26% del estudio de Fuerst y McAllister (2015).

De acuerdo a lo anterior, para el mercado residencial, ninguno de los estudios revisados sobre el impacto de las etiquetas no-EPC reporta sobrevalores superiores al 10%; de ellos, resulta interesante el hallazgo de Salvi *et al* (2010) porque pone de relieve que el impacto es el doble en viviendas unifamiliares en relación con los apartamentos, siendo esta relación coherente con el hecho de que en las primeras la factura energética es muy superior que en los segundos. De nuevo, el único estudio publicado con precios de alquiler residencial vuelve a situar el impacto de la calificación energética en alquiler por debajo del encontrado en operaciones de compraventa. Finalmente, indicar que la relativa abundancia de estudios en el mercado no residencial pone de relieve la mayor difusión de los certificados (especialmente en EE UU) y la mayor transparencia/facilidad en el acceso a los datos necesarios para su estudio. Y, por ende, se destaca la necesidad de reforzar el estudio del mercado residencial.

En el continente americano, de acuerdo al informe de la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO), el sector inmobiliario mostró una tendencia al crecimiento en relación al resto de las actividades productivas, donde alcanzó una variación positiva de 6.7%, revela de esta manera, un crecimiento importante para las empresas del sector. Cabe señalar que el informe también señaló que, en el 2018, el sector de la construcción obtuvo un margen de crecimiento del 4.6% en comparación al 2.4% registrado en el año 2017. De acuerdo a la información brindada por CAPECO, el año 2018 fue positivo para el mercado inmobiliario, donde recuperó su dinamismo gracias al crecimiento económico, las facilidades de acceso a los créditos hipotecarios y a la disminución de las tasas de interés; así como también, al otorgamiento de créditos promovidos por el gobierno (González *et al.,* 2019).

A su vez, Brasil y Chile fueron seleccionados como referentes de mercados inmobiliarios donde los certificados energéticos, si bien existen como instrumento, no son obligatorios de ser aplicados en las transacciones de viviendas. El tema cobra una importancia particular debido a que ambos países se han convertido en referentes para la región en términos de la adopción temprana de regulaciones que afectan el desempeño energético de las viviendas, a la vez de experimentar procesos acelerados de urbanización y boom inmobiliario, que viven otros países latinoamericanos. Este estudio describe la manera como estos dos países han construido sus marcos regulatorios en torno a la eficiencia energética, en un contexto de economías en vías de desarrollo (Encinas *et al.,* 2017).

En Colombia, existió una determinación de la importancia del territorio, inclusive en aquellas extensiones de ciudad más apartadas, donde entra en juego la calidad espacial y la integración no sólo de los sistemas urbanos, sino de todos los procesos que involucren al hombre y a la naturaleza (Hernández, 2016).

En Chile, Cárdenas *et al* (2015), realizaron una simulación energética solar sobre cuatro tipologías de configuración morfológica, empleadas en los desarrollos inmobiliarios, para cinco ciudades chilenas, ha sido realizada como punto de partida para plantear una discusión sobre la relación entre planificación urbana, energética y formas de ocupación en manzanas urbanas.

En Estados Unidos, El Earth Advantage Institute es una organización norteamericana sin fines de lucro que ofrece un conjunto de programas de construcción verde, educación, y servicios técnicos de investigación. En el año 2009, realizaron un estudio en el que relacionaron el mercado inmobiliario con el mercado de las etiquetas de eficiencia energética (Correa, 2013).

Tradicionalmente, se acostumbra a distinguir entre una caracterización del clima escala regional, frente al clima general urbano propio. Por otro lado, en ciertas zonas de una ciudad pueden identificarse variaciones de los parámetros climáticos que permiten hablar de un clima muy localizado definido como microclima, que en la mayoría de los casos está asociado a la presencia de vegetación, accidentes topográficos, agua, entre otros.

En 2005, el Departamento de Asuntos del Medio Ambiente de la ciudad de Los Ángeles (EAD) presentó una guía para incorporar espacios de azoteas verdes como una medida de servir como referencia para facilitar el desarrollo de techos verdes, y fomentar su utilización en otras entidades públicas y propietarios privados (Foster *et al*., 2007).

Desde otra perspectiva La Carta de Atenas en su texto reconoce: *"la planificación debe iniciar un proceso de integración de la ciudad entera con su entorno en el que la Arquitectura, la planificación espacial y los campos del conocimiento relacionados a la acción profesional, consideren de forma conjunta las zonas de construcción y los espacios abiertos con las referencias culturales, las soluciones funcionales y las valoraciones históricas de cada zona y sus cualidades distintivas"* (Vergara y De Las Rivas, 2004).

En Oceanía, en el Departamento de Agua, Patrimonio, Medio Ambiente y Arte de Australia (2008), se realizó una investigación en la cual mediante un modelo estadístico se intentó buscar la relación entre el Sistema de Calificación de Eficiencia Energética Australiano (denominado EER, por sus siglas en inglés) y el valor de venta de las viviendas que son calificadas bajo los parámetros de este sistema. El estudio analizó el vínculo entre el EER de una casa y su precio de venta, a partir de datos de 2005 y 2006; y encontró que existe una relación significativa entre sus variables.

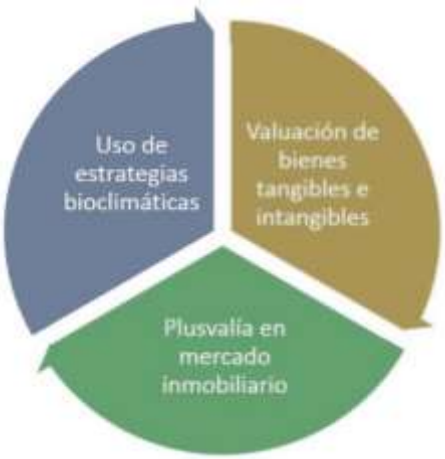


Figura 1. Componentes del mercado inmobiliario.
Fuente: Soto, 2020.

En el contexto mexicano, el Centro de Investigación para el Desarrollo Sostenible (CIDS) tiene, entro otras, las siguientes facultades: proponer iniciativas para que las viviendas adquiridas por derechohabientes, reúnan las mejores condiciones de calidad, ubicación y precio, acordes a sus necesidades y capacidades de pago; recomendar iniciativas de construcción de vivienda que cumpla con criterios de sostenibilidad y de accesibilidad universal; realizar investigaciones sobre la calidad del proceso constructivo de la vivienda que financia el Infonavit para generar propuestas de mejora en beneficio de los derechohabientes, así como investigar y proponer tecnologías que mejoren la calidad de vida de los trabajadores y la calidad de la vivienda (Centro de Investigación para el Desarrollo Sostenible, 2020).

Fitch *et al* (2018), señalaron que se han creado programas diversos para mejorar la eficiencia energética en la vivienda, tal es el caso de la hipoteca verde. No obstante, el resultado no fue el esperado. La investigación nace ante estas inquietudes, en donde se pretendió conocer el impacto de la eficiencia energética en el valor de la vivienda.

Para ello se establecieron dos objetivos:

1) Analizar si los potenciales compradores de vivienda estarían dispuestos a pagar (DAP) más por viviendas energéticamente eficientes.

2) Saber si las unidades con las que se expresa la eficiencia energética inciden sobre la DAP.

En materia de empresas viviendistas, Casas Geo, manejaba varios tipos de "casa ecológica", a través de técnicas de diseño bioclimático. Por su parte, Grupo Demet, Techo Sadasi y Hábitat incorporaron algunos tipos de "casa ecológica" pero ninguna técnica de diseño bioclimático o de climatización pasiva (Pérez, 2016).

Gil y Duarte (2013), mencionaron que el análisis de la innovación, posicionamiento y plusvalía que genera el término sustentabilidad en la Arquitectura y en especial en las ecotécnias, así como la identificación de nichos de oportunidades que brindan los beneficios en México y la plusvalía de los organismos certificadores como el LEED, el BREEAM y el USGBC, otorgan un valor intangible adicional al bien inmueble por considerarlo un producto ecológico y responsable con el medio ambiente, para el posicionamiento en el mercado nacional, donde incorpora al mercado inmobiliario, productos y servicios complementarios para una rentabilidad económica en el aumento del valor de mercado, por la utilización de ecotécnias, estrategias bioclimáticas y no degradar el medio ambiente.

En 2007, fue lanzado en México el denominado Programa Nacional de Vivienda 2007-2012, Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable, por la Comisión Nacional de Vivienda. El Programa Nacional de Vivienda se enfoca en varias áreas de desarrollo, orientados en las bases de la cobertura, calidad y sustentabilidad, la integralidad sectorial y constituye fuertemente el apoyo gubernamental. El Plan Nacional de Desarrollo estableció la necesidad de "ampliar el acceso al financiamiento para vivienda de los segmentos de la población más desfavorecida, así como para emprender proyectos de construcción en un contexto de desarrollo ordenado, racional y sustentable de los asentamientos humanos", como objetivo de política pública alineado en el Eje de "Economía competitiva y generadora de empleos" (CONAVI, 2007).

Aunado a esta mística de trabajo y previo a la etapa de metodología, se planteó la *pregunta de investigación*; ¿Cómo se valoran los indicadores de eficiencia energética en una edificación con sistemas pasivos y activos?

De la cual se desprendió la *hipótesis* siguiente: La valoración de activos intangibles de eficiencia energética, son regulados por la contribución de valor energético versus valor económico, en un tiempo y espacio determinado; y con las condiciones requeridas, que, a su vez, evalúan cada variable estudiada.

2. Metodología

En este apartado se explica el cómo se llevó a cabo la investigación y el método que se aplicó para obtener la valoración de los bienes inmuebles como objeto de estudio, la ponderación de los indicadores de los sistemas pasivos y activos en edificación y su implicación en el precio del mercado inmobiliario.

Existen diversos formatos para la actividad valuatoria, no obstante, para el caso de la valuación de una vivienda con la inclusión de sistemas pasivos y activos, es recomendable el anexo de la tabla 2 (descrita más adelante) como factores a evaluar para los mismos dentro del avalúo, para que sea una propuesta más vinculada al ejercicio valuatorio.

En el estudio por las características de sus variables, se aplicó una metodología de tipo descriptiva, transversal y cuantitativa, para este propósito y al revisar literatura al respecto se analizó el método de valoración multicriterio propuesto por Aznar y Guijarro (2012), se ajustó a este tipo de valuación, donde se requirió hacer una adaptación en la terminología para manejar los criterios de indicadores que evalúan las variables de estudio y obtener los indicadores comparables que permitieron calcular el valor del bien de estudio con todas sus características.

Para ello, específicamente se adecuó a las necesidades del estudio, el Método de Ordenación Simple diseñado por Aznar y Guijarro (2012), este método refiere que es sencillo en ponderación de criterios de importancia mayor a menor, de forma que se da el valor mayor al primero y el valor menor al último. En el supuesto de que dos criterios se definan con la misma importancia se adjudica el promedio de ambas valoraciones. Registrados los criterios se normalizan por la suma y el resultado es la ponderación final de todos los criterios (Ver tabla 1).

Tabla 1. Ponderación de criterios por Ordenación Simple.

Criterios	Orden	Valor	Ponderación
A	2	2	0.3333
B	1	3	0.5000
C	3	1	0.1667
		6	1

Fuente: Aznar y Guijarro, 2012.

Este método por su sencillez puede ser aplicado en situaciones de información escasa sobre las variables que posee el investigador. Es un método de cálculo fácil con la fórmula siguiente:

$$VF = \%v1 * p + \%v2 * p = X$$

Fuente: Fórmula adaptada con base en Aznar y Guijarro, 2012.

Donde:
VF= Valor final
v1= variable tipo 1
v2= variable tipo 2
p= ponderación de variable
X= Resultado total por indicador

2.1 Caso de estudio

Se propuso que el objeto de estudio fuera edificaciones con sistemas pasivos y activos de Arquitectura, por tal motivo se seleccionaron dos viviendas ubicadas en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, donde se tiene un clima semicálido subhúmedo, la temperatura media anual es de 21.7 °C, la temperatura máxima promedio es

de 32 °C, la temperatura mínima promedio de 9.9 °C con una precipitación media anual de 998 mm, una altitud de 1541 m.s.n.m., humedad relativa promedio del 52% y coordenadas de 20°40’36”N y 103°20’51”O (Ver figura 2).



Figura 2. Ubicación geográfica de Guadalajara, Jalisco.
Fuente: Imagen obtenida de Google, 2020.

2.2 Materiales y equipos

Se utilizaron cédulas de información de avalúo personalizadas, cámara fotográfica, celular, tecnología de Google Earth y Google Maps, distanciómetro, programa de Microsoft Excel de Windows y recurso humano.

La intervención que se brinda al estudio es ofrecer una herramienta a los valuadores que les permita estimar los bienes inmuebles que presenten sistemas pasivos y activos de Arquitectura, que facilite la metodología y su proceso de valoración, asimismo, participar en el fomento de valuaciones de edificaciones en México con estas características y que se implemente este sistema en las unidades de valuación de bienes inmuebles y organismos encargados de la certificación de avalúos.

2.3 Viviendas analizadas

Se tomó para muestreo dos viviendas con sistemas pasivos y activos de Arquitectura, que se describen a continuación:
La vivienda caso 1, se encuentra localizada con las coordenadas de latitud 20° 42´27.48” N, longitud 103°22´45.07” O y una altitud de 1553 m.s.n.m. en la colonia Colomos Providencia sobre la calle Brasilia a una cuadra de Av. Américas y cerca del centro comercial San Paulo, parque del Country Club e Instituto de Desarrollo Artístico, en un contexto combinado de usos y destinos de área habitacional, comercial y de servicios, con crecimiento consolidado de tipo horizontal y vertical de plusvalía alta y poder adquisitivo (Ver figura 3).



Figura 3. Ubicación de vivienda caso 1.
Fuente: Imagen obtenida de Google, 2020.

La edificación se alberga en un conjunto habitacional de ocho viviendas con tres niveles de construcción cada una, donde tienen como área común; espacio de alberca, terraza, zona de ejercicio y convivencia; y estacionamiento para usuarios y visitas (Ver figura 4).

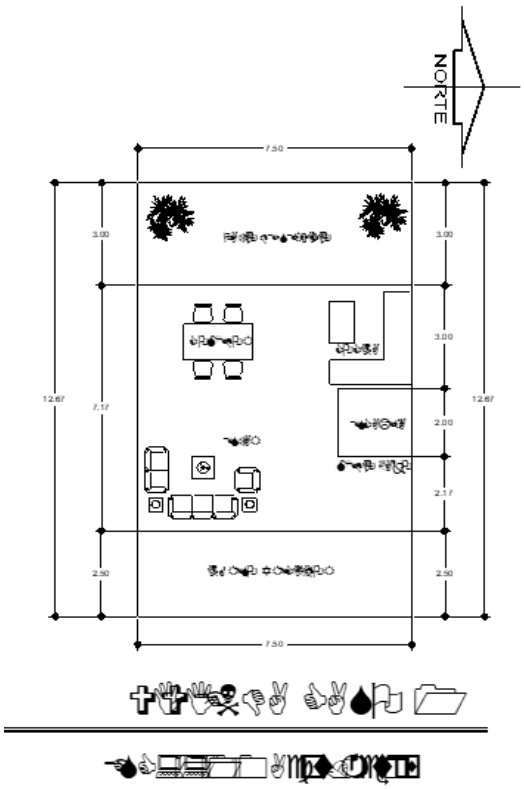
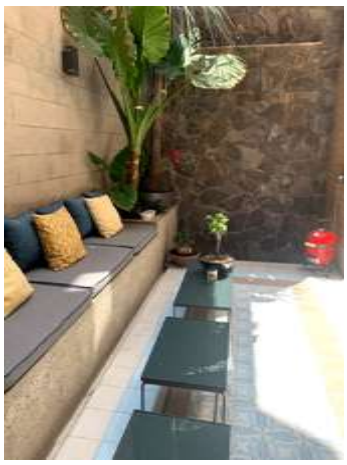


Figura 4. Plano esquemático vivienda caso 1.
Fuente: Soto, 2020.

Sobre las características que tiene la edificación se señala que, cuenta con tres cisternas que recolectan agua pluvial y funciona como parte del abastecimiento de agua para los usuarios, separación de residuos orgánicos e inorgánicos en sus clasificaciones diferentes, tratamiento de aguas negras en filtro lineal hecho en obra por proceso anaerobio, trampa de grasas, ventilación cruzada, instalación de focos Led, suministro de gas butano para calentador de paso, sistema constructivo de cimentación de henchido por mamposteo de piedra, muros de 0.30 m con block de tierra compactada, azotea preparada para recibir huerto verde y cristal especial en ventaneria con función térmica y acústica.

La distribución de la vivienda es la siguiente: Planta de sótano: sótano. Planta baja: sala, comedor, cocina integral, patio integrado a comedor y cocina, medio baño. Planta de primer nivel: dos recámaras, dos baños completos, área de lavado, patio. Planta de segundo nivel: recamara principal, baño con tina, terraza. Azotea: azotea.



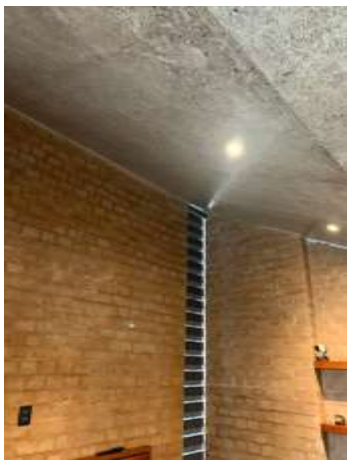




Figura 5, 6 y 7. Imágenes de vivienda.
Fuente: Soto, 2020.

La vivienda caso 2, se encuentra localizada con las coordenadas de latitud 20° 41´39.02" N, longitud 103°25´28.91" O y una altitud de 1654 m.s.n.m. en el condominio Puerta del Roble sobre la avenida Juan Palomar y Arias cercano a la avenida Naciones, a espaldas de la Universidad Autónoma de Guadalajara a cinco minutos de plaza Galerías y de Anillo Periférico Norte, en un contexto combinado de usos y destinos de área habitacional, comercial y de servicios, con crecimiento consolidado de tipo horizontal y vertical de plusvalía alta y poder adquisitivo elevado (Ver figura 8).



Figura 8. Ubicación de vivienda caso 2.
Fuente: Imagen obtenida de Google, 2020.

La edificación de estudio se encuentra dentro del coto denominado Puerta del Roble el cual cuenta con casa club, cancha de usos múltiples, alberca y vigilancia controlada en el ingreso, la vivienda se generó en auto construcción por lo que es modelo único. Sobre lo que tiene la edificación se señala que cuenta con calentador solar, paneles solares para la generación de energía eléctrica, huerto en la terraza y en cuarto de lavado, así mismo se captan las aguas pluviales para ser utilizadas en la vivienda, el sistema está integrado por tres cisternas las cuales una es con conexión a la red municipal en caso de ser requerido y las otras dos son alimentadas por el sistema de bajantes que posee la edificación, además de ventilación cruzada e instalación de focos Led (Ver figura 9).

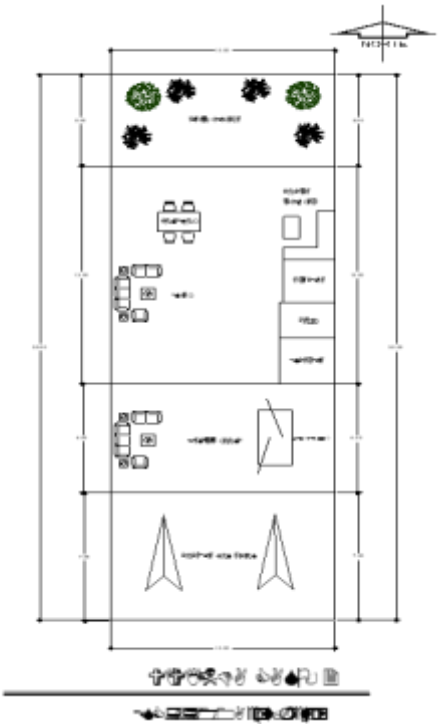


Figura 9. Plano esquemático vivienda caso 2.
Fuente: Soto, 2020.

La distribución de la vivienda es la siguiente: Planta baja: cochera dos autos, sala, comedor, cocina integral, patio integrado a comedor, cocina, sala, baño completo, familia room. Planta de primer nivel: tres recámaras, dos baños completos, un baño con sauna y baño de vapor, área de lavado, andador de madera, área de convivencia, área para practicar ballet. Azotea: azotea.






Figura 10, 11, 12 y 13. Paneles solares, calentador solar, huerto y cisterna de captación de agua pluvial, caso 2.
Fuente: Soto, 2020.

2.4 Diseño de muestreo y cédula de información de avalúo

De acuerdo al análisis de bibliografía especializada (LEED, BREAM, Energy Star) y las áreas de estudio, el muestreo se realizó de forma aleatoria con las viviendas seleccionadas y se tomó en cuenta las normativas y certificaciones a nivel nacional (NMX-AA-164-SCF1-2013, NMX-AA-171-SCFI-2014, NMX-AA-SCFI-157-2012) para definir los parámetros de los indicadores que se contemplan en los avalúos para este tipo de bienes inmuebles (Ver tabla 2).

Tabla 2. Propuesta de variables de sistemas pasivos y activos en edificación.

Variable tipo	Nombre	Descripción	Método	%	Ponderación de indicador
1	Sistemas pasivos de Arquitectura	Método de diseño implementado en la Arquitectura con el objetivo de lograr el acondicionamiento ambiental de una edificación con el uso en su favor de las variables meteorológicas, orientación y materiales de construcción	1. Orientación solar	55	5.0
			2. Ventilación cruzada		4.5
			3. Captación de agua pluvial		6.0
			4. Control de iluminación natural		5.0
			5. Ganancia y pérdida de calor por radiación, conducción o convección		6.0
			6. Protección solar		4.0
			7. Condiciones higrotérmicas		5.5
			8. Materiales de construcción		6.5
			9. Vegetación y huertos verdes		6.5
			10. Biomasa		6.0
2	Sistemas activos de Arquitectura	Método de diseño implementado en la Arquitectura con el objetivo de lograr el acondicionamiento óptimo de una edificación con el uso de dispositivos tecnológicos que permiten el ahorro y eficiencia energética, el uso de energías renovables, el reciclado y la reutilización de materia prima a favor de un espacio arquitectónico	11. Energía eólica	45	3.5
			12. Energía solar		3.5
			13. Energía hidráulica		3.5
			14. Energía geotérmica		3.5
			15. Panel solar fotovoltaico		2.5
			16. Tipo de envolvente		3.5
			17. Certificación de eficiencia energética		5.0
			18. Dispositivos de iluminación		2.0
			19. Dispositivos de ventilación		2.0
			20. Dispositivos de humidificación		2.0
			21. Dispositivos de calefacción		2.0
			22. Dispositivos de refrigeración		2.0
			23. Sistema de eficiencia energética		3.5
			24. Sistema de reciclado y reutilización de materia prima		3.5
			25. Ahorro de agua		3.0

Fuente: Elaboración propia con base en bibliografía especializada.

En la construcción de la tabla anterior, se diseñó el formato de avalúo con el propósito de auxiliar al profesional de la valuación en cómo debe interpretar los valores de las variables y la ponderación de los indicadores que establecerán una diferencia representativa con respecto a un avalúo tradicional. Asimismo, se señala que los criterios establecidos en la ponderación de los indicadores de sistemas pasivos y activos se proponen con base en la bibliografía especializada que se revisó en la norma NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable en México.

La cédula de información de avalúo que se diseñó contiene los apartados siguientes:

I. Antecedentes
II. Contexto
III. Localización del inmueble
IV. Elementos de construcción
V. Sistemas pasivos y activos en edificación
VI. Descripción del inmueble
VII. Reporte fotográfico
VIII. Estimación de valor físico
IX. Método de ordenación simple
X. Resumen
XI. Consideraciones previas a la conclusión
XII. Evaluación de las características del entorno
XIII. Evaluación de la calidad del inmueble
XIV. Conclusión
XV. Observaciones y comentarios del valuador.

3. Resultados

En el caso 1 presentado, se realizó la visita al condominio el día 12 de junio del 2020, el cual se encuentra ubicado en Calle Brasilia en la Colonia Colonos Providencia, en donde se efectúo la vista guiada de la vivienda y del todo el condominio junto con el propietario, así mismo se realizó el reporte fotográfico de la edificación.

Las complicaciones que se presentaron fue la recopilación de todas las eco tecnologías que se encuentran en la vivienda, ya que algunas no se encuentran a la vista como es la planta de tratamiento de agua, la trampa de grasas en la cocina, así también, reconocer que este tipo de proyectos lleva muchos años para culminarse, pues este núcleo habitacional tardó siete años para su construcción.




Figura 14 y 15. Contexto de caso 1.
Fuente: Soto, 2020




Figura 16 y 17. Contexto de caso 1.
Fuente: Soto, 2020.

En el caso 2 que se presenta, se realizó la visita física al inmueble en la misma fecha que el anterior y se encuentra ubicado en el coto denominado Puerta del Roble en el cual se tomaron fotografías para generar el registro de imágenes y la elaboración del avaluó, en este caso, la construcción de la vivienda fue por tres años, lo que representa la diferencia de tiempo para la construcción de una vivienda que no tiene los sistemas pasivos y activos de Arquitectura. Esta vivienda posee un diseño arquitectónico funcional que integra las ecotécnias a la edificación, esto hace que sus habitantes tengan mayor confort espacial.




Figura 18 y 19. Contexto de caso 2.
Fuente: Soto, 2020.




Figura 20 y 21. Fotografías de caso 2.
Fuente: Soto, 2020.

Se utilizó una base de datos exclusiva para la investigación con el programa de Microsoft Excel de Windows. Lo señalado sirve para la presentación de los resultados finales del estudio realizado y poder difundir la información en un medio de divulgación científica.

El proceso de análisis de datos se realizó con la codificación de registros numéricos con el propósito de contrastar las variables de sistemas pasivos y activos que tienen las edificaciones e inciden en el valor del mercado inmobiliario.

En este apartado y con el fin de contemplar la incidencia de valor monetaria en un inmueble que posee estas características, se presenta la propuesta de la matriz de ponderación de variables de sistemas pasivos y activos de una edificación en estudio de avalúo donde se consideran 25 indicadores para tal efecto, 10 que corresponden a las variables tipo 1 (sistemas pasivos) y 15 que conforman las variables tipo 2 (sistemas activos), a cada grupo de variables se le asignó una ponderación específica por indicador y se explicó en el diseño del muestreo cual fue el criterio para llevarlo a cabo.

En lo que respecta al nivel de sistemas pasivos y activos de Arquitectura se proponen tres rubros correspondientes:
40 a 60% nivel medio y un incremento de valor del 15%.
61 a 80% nivel bueno y un incremento de valor del 25%.
81 a 100% nivel excelente y un incremento de valor del 35%.

A continuación, se expone la matriz de relación de variables para el método de ordenación simple y es la aportación del estudio al mercado valuatorio. Se muestra que el avalúo caso 1, en la matriz de ponderación de variables tuvo una puntuación del 0,61 lo que corresponde a la categoría de nivel "Bueno" e incrementa un 25% el valor real del inmueble, en lo que respecta al avalúo caso 2, su matriz de ponderación de variables tuvo una puntuación del 0,57 lo que corresponde a la categoría de nivel "Medio" e incrementa un 15% el valor real del inmueble (Ver tabla 3 y 4).

Tabla 3. Propuesta de matriz de ponderación de variables de sistemas pasivos y activos de edificación (caso 1).

Variables	Número de Indicadores	Ponderación asignada %	Evaluación de variables por avalúo %	Nivel de sistemas pasivos y	Valor agregado final del inmueble %
1	10	55	0,35	Bueno	25
2	15	45	0,26		
Valor Final	25	100	0,61		

Fuente: Elaboración propia con base en Aznar y Guijarro, 2012.

Tabla 4. Propuesta de matriz de ponderación de variables de sistemas pasivos y activos de edificación (caso 2).

Variables	Número de Indicadores	Ponderación asignada %	Evaluación de variables por avalúo %	Nivel de sistemas pasivos y	Valor agregado final del inmueble %
1	10	55	0,33	Medio	15
2	15	45	0,24		
Valor Final	25	100	0,57		

Fuente: Elaboración propia con base en Aznar y Guijarro, 2012.

Nota: se hace el señalamiento que "la conclusión de valor comercial del bien inmueble corresponde al valor físico resultante de terreno, calidad de construcción y nivel de sistemas pasivos y activos de Arquitectura que posee el inmueble al momento de la estimación. La ponderación asignada se fundamenta en una matriz propuesta con base a la norma NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable.

4. Conclusión

Se presenta lo más relevante de los resultados, menciona que los sistemas pasivos y activos incluidos en una edificación brindan una plusvalía mayor y garantizan un bienestar a sus habitantes, no obstante, y de acuerdo al número de indicadores con ecotécnias que posea la vivienda, eleva su costo real con relación al análisis de estudio realizado de sistemas pasivos y activos que integran este rubro.

El objetivo general de la investigación se cumplió satisfactoriamente y la hipótesis planteada "la valoración de activos intangibles de eficiencia energética, son regulados por la contribución de valor energético versus valor económico, en un tiempo y espacio determinado; y con las condiciones requeridas, que, a su vez, evalúan cada variable estudiada" fue validada de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se señala, que la conclusión de valor comercial corresponde al valor físico resultante del terreno, calidad de construcción y nivel de sistemas pasivos y activos que posee el inmueble al momento de la estimación, la ponderación asignada se basa en una matriz propuesta con base a norma NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable, de esta manera se utilizó el Método de Ordenación Simple para categorizar a estas variables, con una adecuación de terminología, manejo de criterios de indicadores que evalúan las variables de estudio y obtención de los indicadores comparables que permitieron calcular el valor del bien de estudio con todas sus características.

El estudio realizado refiere que, con esta herramienta de ponderación de variables se auxilia al valuador en obtener datos más precisos y confiables para este tipo de bienes inmuebles, además, se categorizan los tipos de indicadores en sistemas pasivos y activos de Arquitectura Bioclimática que tienen un efecto directo sobre los habitantes de edificaciones que presenten ecotécnias.

En las recomendaciones generales, se sugiere que este tipo de investigaciones tengan una continuidad, para eficientar los mecanismos de acción en este tipo de variables impregnadas en el campo de la valuación, de esta forma se contribuye con las unidades de valuación que ofrezcan este tipo de servicios y garanticen al cliente una calidad en la estimación del avalúo.

5. Referencias

1. Aznar Bellver, J., y Guijarro Martínez, F. (2012). *Nuevos métodos de valoración. Modelos multicriterio*. Editorial Universitat Politécnica de València.

2. Cárdenas Jirón, L., y Higueras García, E. (2015). El barrio solar: reflexiones y aplicaciones en doce ciudades iberoamericanas. Mairea Libros.

3. Centro de Investigación para el Desarrollo Sostenible. (2020). *Infonavit.org.mx*. Recuperado el 26 de agosto de 2020, de http://cii.infonavit.org.mx/IndicesdeCalidad/calidadvv.html

4. CONAVI, C. (2007). Estado actual de la vivienda en México 2008.

5. Correa Fuentes, G. A. (2013). Incorporación de criterios de eficiencia energética a las tasaciones de viviendas: tasaciones verdes.

6. Currie, B. A., y Bass, B. (2008). Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban ecosystems*, *11*(4), 409-422.

7. D'Amico, F. C. (2014). Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. *Boletín CF+ S*, (14).

8. Dinan, T. M., y Miranowski, J. A. (1989). Estimating the implicit price of energy efficiency improvements in the residential housing market: A hedonic approach. *Journal of Urban Economics*, *25*(1), 52-67.

9. Encinas Pino, F., Marmolejo Duarte, C. R., Aguirre Nuñez, C. A., Izquierdo, N., y Díaz, J. (2017). Mercado inmobiliario y construcción sustentable: regulaciones, incentivos y percepción de los consumidores en Brasil y Chile. In *Anais da 17a Conferência Internacional da LARES* (pp. 1-24). Latin American Real State Society.

10. 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. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, *5*.

11. Fitch Osuna, J. M., Narváez Tijerina, A., y Marmolejo Duarte, C. R. (2018). Evaluación de la disposición a pagar (DAP) por atributos para viviendas energéticamente eficientes. Aproximaciones para su calificación y certificación energética. In *International Conference Virtual City and Territory (12è: 2018: Mendoza)*. Centre de Politica de Sol i

Valoracions, CPSV/Universitat Politècnica de Catalunya, UPC.

12. Foster, C., Green, K., y Bleda, M. (2007). Environmental impacts of food production and consumption: final report to the Department for Environment Food and Rural Affairs.

13. Fuerst, F., McAllister, P., Nanda, A., y Wyatt, P. (2015). Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. *Energy Economics*, *48*, 145-156.

14. Gil, J., y Duarte, J. P. (2013). Tools for evaluating the sustainability of urban design: a review. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Urban Design and Planning, 166(6), 311-325.

15. Google.com, imágenes.

16. Glosario técnico de bibliografía especializada de Arquitectura sostenible s/f.

17. González Torres, R., Mendoza Ureta, F. C., y Podesta Chuquisengo, D. A. Plan de negocio para la construcción del Condominio Residencial Mi Vivienda Verde en la zona oeste del distrito de Ate realizado por la empresa Constructora e Inmobiliaria Acrecer SAC.

18. Hernández Ríos, D. Análisis de Estrategias Bioclimáticas a Nivel Urbano en los Planes De Ordenamiento Territorial. Espacios Públicos y Zonas Verdes. Caso Manizales. *Escuela de Arquitectura y Urbanismo*.

19. Pérez, M. G. G. (2016). Techos verdes y mercado inmobiliario en México: escenario actual y expectativas en el marco de la energía.

20. Salvi, M., A. Horehájová and J. Neeser (2010). Der Nachhaltigkeit von Immobilien einen finanziellen Wert geben- Der Minergie- Boom unter der Lupe. University of Zurich, Center for Corporate Responsibility and Sustainability, March 2010.

21. Soto, A., imágenes.

22. Vergara, A., y De Las Rivas, J. L. (2004). Territorios Nuevos, Nuevos horizontes del urbanismo.