

Propuesta de modelo integral de evaluación sostenible de la vivienda social en México

Sustainable assessment model proposal for social housing in México

Salvador Garcia Rodriguez
Miguel Davis Campoy
Eva Campos Cantu
Elizabeth Leyva Orihuela

Resumen

Debido al gran impacto de la industria de la construcción en el medio ambiente, la tendencia de la construcción sustentable a nivel mundial es una gran necesidad. La industria de la construcción es la principal actividad humana consumidora de recursos naturales por lo que se han creado herramientas que certifican el nivel de sustentabilidad e impacto ambiental de los edificios. En México aún no se ha desarrollado alguna metodología que evalúe el grado de sustentabilidad de vivienda, por lo que se ha visto la necesidad de implementar modelos extranjeros, diseñados por otros países y para otros contextos, no viables de aplicar debido a las diferencias de los sistemas constructivos. El trabajo de investigación tiene como objetivo producir un modelo de evaluación de sustentabilidad en la vivienda social, creado en base a las características y sistemas constructivos preponderantes en el contexto local. Se analizaron los modelos de sustentabilidad más conocidos a nivel mundial (BREEAM, CASBEE, LEED y VERDE) en las etapas del ciclo de vida del edificio que ellos evalúan y a partir de esta revisión se diseñó una metodología de evaluación para la vivienda social sustentable en el país; la cual se aplicó en un caso estudio local y arrojó como resultado la gran necesidad de reforzar las prácticas sustentables locales ya que el nivel de cumplimiento de los criterios definidos fue tan sólo un 52% de su totalidad.

Palabras-chaves: Modelo. Sustentabilidad. Vivienda. Ciclo de vida.

Abstract

Due to the strong environmental impact of the construction industry, there is great worldwide need for sustainable construction. The construction industry is the human activity that consumes the most natural resources, therefore systems have been developed to certify the level of sustainability and environmental impact of buildings. In Mexico no methodologies have been developed to assess the sustainability level of housing, and there is a widely acknowledged need to implement foreign models designed for another countries and other contexts, not feasible to apply due to the differences in building systems. The aim of this research project is to produce an assessment model for sustainability in social housing, shaped through the characteristics and main building systems of the local context. The most famous sustainability certifications worldwide were analyzed (BREEM, CASBEE, LEED AND VERDE) in the phases they evaluate of building life cycle, the result is the design of an assessment model for social housing; the methodology was applied in a local case study project and it was recognized as main result the need to strengthen the sustainable construction due to the poor fulfillment of criteria, that was 52% of the total value of the assessment.

Keywords: Model. Sustainability. Housing. Building lifecycle.

Salvador Garcia Rodriguez
Tecnologico de Monterrey
Monterrey - México

Miguel Davis Campoy
Tecnologico de Monterrey
Monterrey - México

Eva Campos Cantu
Tecnologico de Monterrey
Monterrey - México

Elizabeth Leyva Orihuela
Tecnologico de Monterrey
Monterrey - México

Recebido em 28/02/14
Aceito em 23/07/15

Introducción

El término Desarrollo Sostenible fue definido en 1987 en el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, se caracteriza por ser la forma de atender las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para atender sus propias necesidades (BRUNDTLAND, 1987). La industria de la construcción es la principal actividad humana consumidora de recursos naturales por lo que las prácticas y tendencia de la construcción sustentable se están incrementando a nivel mundial y han ido modificando parámetros de construcción con el fin de producir proyectos que sean responsables con el medio ambiente.

El crecimiento demográfico mundial aumenta exponencialmente y esto se ve reflejado mayormente en países en vía de desarrollo, demandando más uso de recursos y adaptación del territorio para habitar (MORALES, 2009). México, como país en vía de desarrollo enfrenta grandes retos que se desenvuelven a la par de su crecimiento, entre los retos principales está el dar vivienda digna a sus habitantes, hacer accesible vivienda que promueva bienestar, salud y calidad de vida de los usuarios. Se espera que para el 2030 México tenga más de 137 millones de habitantes, se necesitarán construir alrededor de 600,000 nuevas viviendas al año durante la próxima década, la tasa de crecimiento de proyección de hogares en México para el año 2030 será de más del 25% (SISTEMA..., 2015).

Como dato complementario, debido a la estructura de ingresos familiares en el País, la necesidad de abastecer vivienda de interés social es cada vez mayor, actualmente más del 60% de la demanda de vivienda se concentra en productos de vivienda social y económica (COMISIÓN..., 2015a), las cuales se adquieren principalmente mediante créditos. Una limitante para la adquisición de vivienda es el factor económico debido a la percepción de ingresos bajos:

Una enorme cantidad de personas no posee la oportunidad de recibir algún crédito por parte de una institución de seguridad social. Esto provoca un rezago importante en la capacidad de las personas de obtener una vivienda nueva institucional [...] (SÁNCHEZ CORRAL, 2012).

Una manera en que las comunidades han decidido resolver esta situación es mediante las “viviendas auto-construidas”, lo cual representa un 60% de la edificación (SOCIEDAD..., 2012, 2014). El sector formal para la construcción de viviendas en los

países de América Latina ha iniciado hasta hace no más de 3 décadas la construcción de casas, las cuales se plantean y diseñan sin tomar en cuenta las condiciones del terreno y los factores ambientales, trayendo graves consecuencias medioambientales, económicas y sociales al no considerar el impacto de los conceptos antes mencionados (Tabla 1) (SECRETARÍA..., 2014; COMISIÓN..., 2015a; COMISIÓN..., 2015b; CENTRO..., 2015). El factor climático como base para diseño y construcción de la vivienda no es tomado en cuenta por las entidades que planifican, diseñan y construyen viviendas, lo que da como resultado “viviendas formales” pero no adecuadas para el confort climático del usuario, por consiguiente, los usuarios de estas construcciones se ven obligados a buscar ese confort mediante la adquisición de equipamiento de aire acondicionado, generando gasto excesivo de energía eléctrica y más gasto económico. Por lo que es de gran importancia atender el problema al que se enfrenta el país a través del desarrollo de una solución sustentable factible para el contexto local.

En la Figura 1 se describe el ciclo de vida de una vivienda para mostrar las etapas en las que la aplicación de la sostenibilidad ayuda a obtener resultados más eficientes. En la etapa de diseño las acciones para guiar la construcción a un camino sustentable son más notorias porque estas acciones se ejecutan desde la planeación del proyecto.

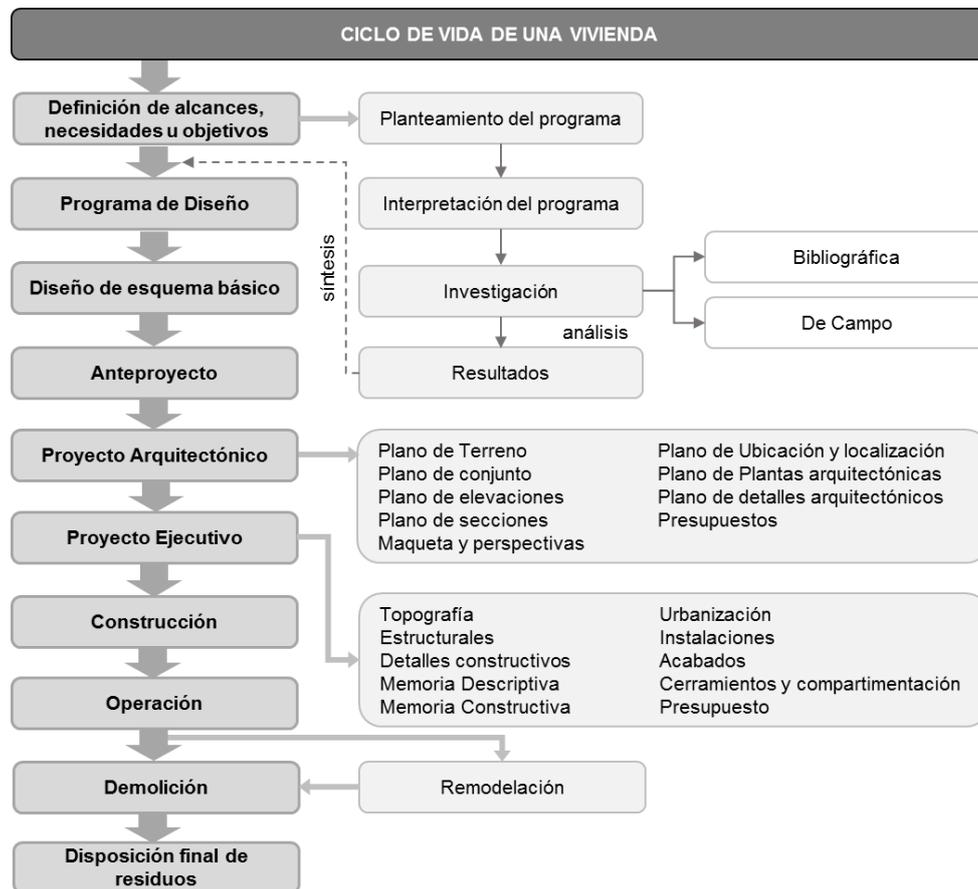
Comparadas con el sistema constructivo tradicional, las prácticas de la construcción sustentable conllevan grandes beneficios ambientales, económicos y sociales para todos los grupos involucrados: el país, gobierno, el desarrollador o constructor, usuario o propietario y la comunidad. Los modelos de sustentabilidad o certificación de edificios verdes son la evaluación de la creación de estructuras y la utilización de procesos que son responsables ambientalmente y eficientes en uso de recursos a través del ciclo de vida de los edificios y en todas sus etapas, desde la propuesta de diseño, la construcción, la operación, mantenimiento, la renovación, y la deconstrucción (MALDONADO RAMALLO, 2011). Se encargan de realizar el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para evaluar de la forma más objetiva posible, las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad relacionado con el edificio identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno para determinar el impacto que ese uso de recursos y esos vertidos producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental.

Tabla 1 - Impacto ambiental de la vivienda sin medidas de sustentabilidad

IMPACTO AMBIENTAL	
Concepto	Descripción
Consumo energético de la vivienda	17.72% del total del consumo de energía eléctrica en México
Emisión de gases	32% del total de las emisiones de gas que producen el efecto invernadero
Residuos	36 millones de toneladas anuales de residuos urbanos en México
Consumo de electricidad	26% del consumo total de electricidad en el país
Consumo de agua de la vivienda	14.1 % del agua potable en los Estados Unidos
CO ₂ industria de la construcción	8.9% de las emisiones de CO ₂
CO ₂ sector residencial	7 % de las emisiones de CO ₂

Fonte: Secretaría de Energía (2014), Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (2015b) y Centro Mario Molina (2015).

Figura 1 - Ciclo de vida de una vivienda



Materiales y metodos

Para satisfacer las necesidades de una vivienda sustentable en México es necesario un modelo de sustentabilidad que atienda las particularidades de ciclo de vida de la vivienda. Por lo anterior, se realizó una comparación entre los modelos de

mayor aceptación y propagación en el mundo, analizando las etapas de impacto y conceptos que evalúan.

Los modelos de sostenibilidad que se utilizan para realizar el análisis se presentan a continuación en La Tabla 2.

Tabla 2 - Descripción de sistemas de certificación

SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN			
Nombre	Lugar de creación	Descripción	Países de aplicación
BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Method	Reino Unido	Herramienta que utiliza un sistema simple y transparente de puntuación asesorada por investigación basada en testeos reales, influye en el diseño, construcción y mantenimiento de edificios mediante un estándar técnico con garantías rigurosas de calidad y certificación.	Inglaterra, Holanda, Noruega, España, Suiza, Austria, Alemania y más de 50 países
CASBEE: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency	Japón	Evalúa y califica viviendas en términos de desempeño ambiental. Busca proporcionar un buen ambiente de vida para utilizar las viviendas por un largo tiempo y diseñar para ahorrar energía y recursos para reducir la carga medioambiental y mejorar la calidad de vida.	Japón
Hipoteca Verde	México	Programa creado para otorgar créditos hipotecarios para equipar las viviendas con elementos ecológicos enlistados en una página de productos autorizados.	México
LEED: Leadership in Energy and Environmental Design	Estados Unidos	Es un criterio de medición que permitirá discernir si una edificación es sustentable desde su diseño hasta su proceso constructivo, basándose en los más altos estándares de desempeño en eficiencia energética y bajo impacto al medio ambiente.	Estados Unidos, Latinoamérica excepto Cuba, más de 110 países
VERDE: Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios	España	Evalúa mediante la comparación del edificio proyectado con un edificio de referencia estándar realizado con las exigencias mínimas fijadas por las normas y la práctica común.	España, Australia, Sudáfrica

Los modelos descritos en la tabla anterior nacen del punto de vista de los gobiernos y asociaciones no gubernamentales que se interesaron en mejorar la forma en que se construyen los edificios, pero cada uno es particular a los procedimientos constructivos más utilizados en las naciones donde se crearon. Como ejemplo, el modelo CASBEE solamente se ha podido implementar con éxito dentro de Japón (más de 350 edificios) hasta el año 2014 en Tianjin, China, se certificó el primer edificio fuera de Japón (COMPREHENSIVE..., 2014), mientras que modelos como LEED, BREEAM o VERDE, son utilizados en más países en donde se han tratado de adaptar a los sistemas constructivos del país, pero suelen ser más rígidos para su implantación.

Para comparar los modelos de sustentabilidad se obtuvo el manual para acreditar una vivienda de sus respectivas páginas de internet, se tomaron en cuenta los temas que evalúan y la ponderación general que asignan a cada rubro (Tabla 3).

Caso aparte se encuentra el modelo de CASBEE (COMPREHENSIVE..., 2014), su sistema de evaluación utiliza otra metodología que se presenta en la Tabla 4; y el modelo de Hipoteca Verde de México, ya que este modelo sólo permite agregar un crédito adicional a la adquisición de vivienda del usuario según el salario que percibe, para comprar equipamientos asignados como eco tecnologías que ayudarán a reducir gastos de operación en los servicios primarios (agua, electricidad) (INFONAVIT, 2014). En la Tabla 5

se listan los ahorros mínimos mensuales producidos por las eco tecnologías en base a la percepción salarial mensual del derechohabiente.

En México existe una gran necesidad de brindar al usuario una oferta de vivienda integral sustentable, lo que dio pie al diseño de un modelo para evaluar la sustentabilidad en la vivienda sin necesidad de adaptarse a los estándares que proponen los modelos anteriormente analizados. La propuesta de evaluación fue elaborada mediante el análisis de los modelos sustentables más replicados en el mundo buscando su adaptación a los sistemas constructivos locales. A través de la literatura revisada se estableció un método para el diseño del modelo de evaluación. Se definieron las principales variables a evaluar para la definición de clasificaciones y conceptos a incluir; para éstos se consideró todo el ciclo de vida del proyecto, desde la concepción y diseño hasta la operación y demolición de la edificación, mediante herramientas y/o técnicas de diseño bioclimático, flexibilidad, constructabilidad, gestión de la construcción, gestión de residuos y en la operación de la edificación. Se integró un panel de expertos conformado por colaboradores de la empresa e institución educativa participantes y a través de este panel se realizó un proceso de clasificación y depuración de conceptos, posteriormente se procedió a definir el sistema para evaluar y ponderar las clasificaciones y conceptos definitivos.

Tabla 3 - Análisis comparativo de los modelos de sostenibilidad

TABLA DE EVALUACIÓN			
Áreas que evalúan	Sistemas a evaluar		
	BREEAM	LEED	VERDE
Gestión	10	42	2.8
Calidad Ambiental Interior	14	17	13.8
Energía	22	37	42.7
Transporte	8	0	0
Agua	12	11	0
Materiales	14	14	33
Uso de la Tierra y Ecología	10	21	7.5
Emisiones	10	0	0
Innovación	0	64	5
Total	100	110	105

Tabla 4 - Análisis comparativo del modelo CASBEE

EVALUACIÓN CASBEE			
Concepto	Subconcepto	Valor	Valor total
Calidad del medioambiente	Interior del edificio confortable y saludable	4.8	4.4
	Aseguramiento de larga vida del producto	3.8	
	Crear un entorno ambiental amigable	4.6	
Reducción de carga ambiental	Conservación de la energía y agua	4.3	3.9
	Gestión de recursos y reducción de residuos	3.2	
	Afectación al medio ambiente global, local y alrededores	4.8	

Fonte: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (2007).

Tabla 5 - Rangos de ahorro mensual (Pesos Mexicanos, 1 dólar americano = 16 pesos mexicanos) con el uso de eco-tecnologías

HIPOTECA VERDE			
Ingreso (salario integrado mensual)			Ahorro mínimo mensual (en pesos)
Rangos	\$2,045.62	\$3,272.98	\$100.00
	\$3,272.99	\$88,182.45	\$215.00
	\$8,182.46	\$14,319.30	\$250.00
	\$14,319.31	\$22,501.77	\$290.00
	\$22,501.78	en adelante	\$400.00

Fonte: Infonavit (2014).

La línea de investigación y objetivos primordiales fueron los siguientes:

- (a) revisión de Modelos y Metodologías existentes para la evaluación de la sustentabilidad en las edificaciones;
- (b) realización de las características, fortalezas y debilidades de cada uno de los modelos y metodologías revisados;
- (c) realización de una metodología Integral de Evaluación Sostenible de un Prototipo de Vivienda Social; y

(d) aplicación de la metodología en Proyecto Real y Retroalimentación del mismo.

Resultados

Los objetivos anteriores dieron como resultado una metodología lo suficientemente flexible para adecuarse a las diversas condiciones que presenta el sector inmobiliario en México. En la Figura 2 se presenta la descripción conceptual del modelo.

La Figura 3 muestra un fragmento de la interface, ejemplo de formato y estructura de elementos que integran de la metodología resultante después del análisis de los modelos sustentables más representativos en el mundo y con la inclusión de las mejoras que se consideraron pertinentes para su fácil adaptación al contexto local.

A continuación se describen los elementos que integran el formato de la metodología:

(a) clasificación: es la agrupación general de los conceptos que integran la metodología de evaluación (Tabla 6). La clasificación se compone de 6 importantes grupos: diseño bioclimático, Ecotecnias, Soluciones técnico – constructivas, Gestión de residuos, Calidad y Seguridad; y Potencia de desarrollo;

(b) ponderación: indica el valor de la respectiva “Clasificación” expresado en términos de “Porcentaje”. La ponderación se estructura en 3 grupos principales y se define en base al nivel de impacto de la clasificación en el producto final, asignando un 45% para las clasificaciones de Diseño, un 35% para las de Construcción y un 20% para las de Uso (Tabla 6);

(c) concepto: representan el subgrupo que integra los parámetros que poseen las mismas cualidades. La metodología de evaluación se compone de 14 conceptos, ilustrados en la Tabla 6; catalogados cada uno dentro de alguna de las 6 clasificaciones existentes. Los conceptos son Constructabilidad, Diseño, Energías Alternativas, Materiales,

Emisiones a la atmósfera, Emisiones de polvo y partículas, Afectación al suelo, Consumo de agua, Consumo de materiales, Gestión de residuos, Calidad en el proceso, Calidad en el producto final, Seguridad y Estabilidad del usuario;

(d) clave: representa el dígito identificador de los criterios/parámetros existentes en la metodología de evaluación;

(e) parámetro: son la parte medular de la metodología de evaluación, son los mecanismos que permitirán evaluar el grado de sustentabilidad de un determinado proyecto. La obtención de estos parámetros, se realizó con reuniones con el equipo de Cemex vivienda, Cemex Energía, Cemex Innovación, Cemex Suiza y Tecnológico de Monterrey, en donde cada parte propuso parámetros y estos fueron depurados con reuniones en conjunto. Se han realizado mediante un mecanismo de preguntas, en el cual el evaluador examinará si la determinada vivienda cumple de manera satisfactoria cada uno de los diversos parámetros;

(f) esfera: representa la etapa de clasificación en la cual se involucra el parámetro al momento de la evaluación. En total son 6 que son: Diseño bioclimático, Ecotecnias, Soluciones técnico – constructivas, Gestión de residuos, Calidad y Seguridad; y Potencia de desarrollo;

(g) tolerancia: indica las pautas que debe cumplir la obra en evaluación para que se asigne la puntuación del parámetro sobre el cual se está evaluando;

(h) rango de cumplimiento: determina si el proyecto que se está evaluando cumple con el respectivo parámetro sobre el cual se está evaluando o no; y

(i) ponderación de parámetros: representa el valor del parámetro evaluador dentro de la metodología de evaluación expresado en “Puntos”.

Figura 2 - Descripción conceptual del modelo



Figura 3 - Ejemplo del formato de la metodología

PC	CONCEPTO	CLAVE	CRITERIO / PARÁMETRO	ESFERA							TOLERANCIA	RANGO DE CUMPLIMIENTO			PUNTAJE MÁXIMO	PUNTAJE OBTENIDO
				DB	ECO	STC	R	C	S	PD		NO 0 PTS	SÍ 1 PT	PUNTO EXTRA +1 PT		
DISEÑO BIOCLIMÁTICO	CONSTRUCTABILIDAD	01-DB-CT-01-01	¿El diseño arquitectónico fue realizado por un arquitecto en conjunto con el diseñador estructural?								Se seleccionaron profesionistas arquitectos, ingenieros y constructores que tengan experiencia en incorporar características de eficiencia energética en el diseño del edificio y trabajaron colaborativamente en el diseño arquitectónico para lograr las metas del proyecto.		si		1	1
		01-DB-CT-02-02	¿En el proceso de planificación del proyecto se permitió la retroalimentación de los maestros de obra y residentes de obra? (Matienzo, 2013b)								El proceso de diseño es integral, se demuestra la participación todas de las disciplinas involucradas y contribuyen en el diseño esquemático o conceptual del edificio. Se definen metas del proyecto en esta etapa de planificación y se toman decisiones basadas en el impacto y repercusión que tendrán en todo el desarrollo de la obra y en el edificio.	no			0	0

Tabla 6 - Resumen de clasificaciones y conceptos que analiza la metodología

MODELO INTEGRAL DE EVALUACIÓN SOSTENIBLE DE LA VIVIENDA SOCIAL EN MEXICO			
PONDERACION	CLASIFICACION	CONCEPTO	CANTIDAD DE PARÁMETROS
DISEÑO 45%	1. DISEÑO BIOCLIMÁTICO	CONSTRUCTABILIDAD	11
		DISEÑO	18
	2. ECOTECNIAS	ENERGÍAS ALTERNATIVAS	2
CONSTRUCCIÓN 35%	3. SOLUCIONES TECNICO-CONSTRUCTIVAS	MATERIALES	6
		EMISIONES A LA ATMÓSFERA, EMISIONES DE GASES DE	2
		EMISIONES DE POLVO Y PARTÍCULAS	5
	4. GESTIÓN DE RESIDUOS	AFECCIÓN AL SUELO	7
		CONSUMO DE AGUA	3
		CONSUMO DE MATERIALES	4
5. CALIDAD Y SEGURIDAD	GESTION DE RESIDUOS	8	
	CALIDAD EN PROCESO	1	
	CALIDAD EN PRODUCTO FINAL	1	
USO 20%	6. POTENCIA DE DESARROLLO	SEGURIDAD	2
100%	TOTAL	ESTABILIDAD DEL USUARIO	7
		CLASIFICACIONES	6
		CONCEPTOS	14
		PARÁMETROS	77

Guía práctica de utilización

La metodología de evaluación se encuentra dividida en 6 grandes rubros o “Clasificaciones” que son Diseño bioclimático, Ecotecnias, Soluciones técnico – constructivas, Gestión de residuos, Calidad y Seguridad; y Potencia de desarrollo (Tabla 6). Las “clasificaciones” a su vez se encuentran compuestas por subgrupos conocidos como “Conceptos” que suman un total de 14, la función principal de los “Conceptos” es agrupar los “Parámetros” que posean las mismas características o cualidades. Las casillas de “Clasificación”, “Conceptos” y “Esferas” son elementos que sólo funcionan para agrupar los “Parámetros” los cuales son la parte medular de la metodología de evaluación.

La forma en que se realiza la evaluación de un proyecto es la Figura 4.

La forma en que se utiliza la guía es la siguiente:

- (a) una vez que se ha definido la obra a evaluar, habrá que definir sobre cuál rubro se calificará primero. No existe un orden específico para la calificación, pero se recomienda hacerlo en el orden estructurado en la guía;
- (b) se identifica el “Parámetro” a evaluar, se analizan las “tolerancias” que deben tomarse en cuenta para afirmar que el proyecto cumple o no con este “parámetro”;
- (c) los “parámetros” están redactados en forma de preguntas, a través de las cuales se define si el proyecto cumple o no con los requerimientos

especificados en el “nivel de tolerancia” para dicho “parámetro”;

(d) si el proyecto cumple con los requerimientos mínimos que el “Nivel de Tolerancia” indica, se procede a marcar la casilla “Sí”, en caso contrario, marcar “No”;

(e) al marcar la casilla “Sí” se asigna automáticamente 1 punto, la casilla “No” asigna 0 puntos; y

(f) la casilla “Punto extra” asigna un punto adicional al “parámetro” si el proyecto cumple con los requerimientos mínimos especificados y los sobrepasa alcanzando niveles ideales de cumplimiento superiores al “nivel de tolerancia” del “parámetro”, por lo que se le asigna un punto extra marcando la casilla “si” en la columna “punto extra”.

Aplicación en caso estudio

Con el fin de conocer las fortalezas y debilidades del modelo de evaluación creado y canalizar vías de mejora, se procedió a su aplicación en un proyecto de vivienda de Interés social ubicado en la Zona Metropolitana de Monterrey, el proyecto se realiza con los estándares constructivos preponderantes en la localidad, los cuales son una construcción tradicional a base de block o de ladrillo, con losa de concreto o vigueta y bovedilla y representa la oferta típica de vivienda de interés social. Los resultados obtenidos se ilustran en la Tabla 7.

Figura 4 - Ejemplo evaluación de un proyecto

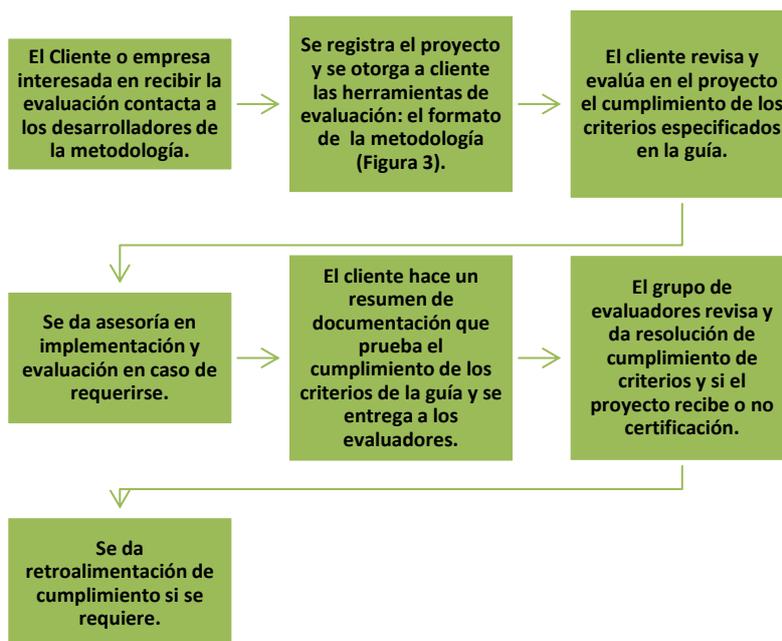


Tabla 7 - Resultados de aplicación

MODELO INTEGRAL DE EVALUACIÓN SOSTENIBLE DE LA VIVIENDA SOCIAL EN MEXICO				
RESUMEN DE EVALUACIÓN				
CLASIFICACION	TOTAL PARÁMETROS	PARÁMETROS CUMPLIDOS	PONDERACION	PUNTAJE OBTENIDO
1. DISEÑO BIOCLIMÁTICO	11	9	DISEÑO 45%	24.68%
	18	6		
2. ECOTECNIAS	2	2	CONSTRUCCIÓN 35%	16.15%
3. SOLUCIONES TECNICO- CONSTRUCTIVAS	6	2		
	2	2		
	5	1		
	7	4		
	3	2		
	4	2		
4. GESTIÓN DE RESIDUOS	8	3		
5. CALIDAD Y SEGURIDAD	1	1		
	1	0		
	2	1		
6. POTENCIA DE DESARROLLO	7	4	USO 20%	11.43%
TOTAL	77	39	100%	52.25%

La aplicación de la metodología de evaluación en un proyecto típico de vivienda social en la localidad permite reconocer lo siguiente:

(a) el porcentaje de cumplimiento de estándares de sustentabilidad en la oferta actual de vivienda de interés social en la localidad es bajo ya que apenas supera el 50% de los “parámetros” totales que la metodología evalúa; y

(b) la “clasificación” 1. Diseño bioclimático es la de mayor peso y la de mayor cantidad de “parámetros” a evaluar y en este caso en específico sólo el 24.68% de la ponderación es de 45%.

Conclusiones

Es un hecho que la preocupación por el medio ambiente ha dejado de ser un concepto de moda para pasar a ser una necesidad explícita en todas las industrias donde se desempeña el ser humano. La industria de la construcción ha adoptado el término de sustentabilidad en amplias áreas desde procesos de fabricación de los materiales, así como en el ciclo de vida de los edificios. Si bien, los modelos de sustentabilidad creados por las organizaciones no gubernamentales han tenido un impacto positivo dentro de la construcción en los últimos 20 años, aún son muy estrictos para su aplicación en todas las naciones por la falta de uniformidad de los procesos constructivos.

Son pocos los modelos de sustentabilidad que se adaptan a las necesidades de los sistemas constructivos en México, por ser diseñados por países con otros tipos de sistemas constructivos. Es necesario que haya iniciativa gubernamental en la

promoción y colaboración con las asociaciones civiles el estudio de los procedimientos para diseñar modelos que evalúen la sustentabilidad, ajustados a sus necesidades locales.

Esta investigación arrojó una metodología diseñada mediante instituciones educativas e industria privada que lograron aportar una herramienta práctica de ejecutar en México por el conocimiento del sistema constructivo en la región que se diseñó. También se pudo realizar una implementación sin algún problema en su implementación lo que nos sugiere que para el construcción o desarrollador inmobiliario no representa un problema la implementación. Como futuras investigaciones, se sugiere comparar la evaluación de esta herramienta aplicada en un edificio con los demás modelos de sustentabilidad para mostrar la eficiencia de su metodología y encontrar las áreas de oportunidad que se pueden mejorar para sus futuras versiones.

Bibliografía

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future**. World Commission on Environment and Development, 1987.

CENTRO MARIO MOLINA. **Evaluación de la Sustentabilidad de la Vivienda en México**. Disponible en: <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2012/09/14.-Evaluaci%C3%B3nSustetabilidadViviendaM%C3%A9xico_fin.pdf>. Acceso en: 08 set. 2015.

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA.
NAMA de Vivienda Existente 2013. Disponible em:
<<http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable>>.
Acceso em: 7 set. 2015b.

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA.
Tipología de Vivienda. Abr. 2015. Disponible em:
<<http://www.conavi.gob.mx/tipologia-de-vivienda>>. Acceso em: 7 set. 2015 c.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA. **Estrategia Nacional Para la Vivienda Sustentable.** Disponible em:
<http://www.conuee.gob.mx/pdfs/vivienda/FIDEA_Embbritanicaestrategianacionalviviendasustentable_f.pdf>. Acceso em: 7 set. 2015b.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILT ENVIRONMENT EFFICIENCY. **CASBEE for Home (Detached House). 2007.** Technical Manual. Disponible en:
<[http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-H\(DH\)e_2007manual.pdf](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/download/CASBEE-H(DH)e_2007manual.pdf)>. Acceso em: 7 set. 2015.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT SYSTEM FOR BUILT ENVIRONMENT EFFICIENCY. **Estadísticas CASBEE.** 2014. Disponible em:
<<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/statistics.htm>>. Acceso em: 7 set. 2015.

INFONAVIT. **Hipoteca Verde.** México, 2014. Disponible em:
<http://portal.infonavit.org.mx/wps/wcm/connect/infonavit/trabajadores/saber+para+decidir/cuido_mi_casa/ahorro+y+cuido+el+medio+ambiente/ahorro+y+cuido+el+medio+ambiente>. Acceso em: 7 set. 2015.

MALDONADO RAMALLO, M. **Estudio Comparativo de Certificaciones “Green Building” en Edificios, Para la Elaboración de Un Modelo Inicial Para América del Sur.** Maestría - Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. 2011.

MORALES, I. **La Importancia del Desarrollo Sostenible.** Economía + Desarrollo. 2009. Disponible em:
<<https://economyydesarrollo.wordpress.com/2009/01/31/desarrollo-sostenible/>>. Acceso em: 08 set. 2015.

SÁNCHEZ CORRAL, J. **La Vivienda Social en México: pasado, presente y futuro?** México, 2012. Disponible en:
<http://www.jsa.com.mx/documentos/publicaciones_jsa/libro%20vivienda%20social.pdf>. Acceso en : 7 set. 2015.

SECRETARÍA DE ENERGÍA. **Balance Nacional de Energía 2013.** México: SENER, 2014. Disponible em:
<http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Balance_2013.pdf>. Acceso em: 7 set. 2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN E INDICADORES DE VIVIENDA. **Proyección de Hogares de México y las Entidades Federativas 2010-2030 de CONAPO.** Abr. 2015a. Disponible en: <<http://www.conavi.gob.mx/introduccion>>. Acceso em: 7 set. 2015.

SOCIEDAD HIPOTECARIA FEDERAL. **¿Por Qué Autoproducción de Vivienda Asistida?** 2012. Disponible em:
<<http://www.conorevi.org.mx/pdf/Evento29y30agosto/AVA.pdf>>. Acceso em: 7 set. 2015.

SOCIEDAD HIPOTECARIA FEDERAL. **Esquemas de Financiamiento: servicios, calidad y espacio en la vivienda.** 2014. Disponible em:
<http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/PDF/ForoPronades/05_Vivienda_03.pdf>. Acceso em: 7 set. d2015.

Agradecimientos

A la institución ITESMy a la empresa CEMEX por el apoyo y patrocinio para la realización de este proyecto de investigación.

Salvador Garcia Rodriguez

Departamento de Ingeniería civil | Tecnológico de Monterrey | Av. Eugenio Garza Sada, 2501 | CP 64849 | Monterrey - México |
Tel.: +52 (81) 8358-2000 | E-mail: migueldavis@itesm.mx

Miguel Davis Campoy

Departamento de Ingeniería civil | Tecnológico de Monterrey | E-mail: migueldavis@itesm.mx

Eva Campos Cantu

Departamento de Ingeniería civil | Tecnológico de Monterrey | E-mail: eba.campos@hotmail.com

Elizabeth Leyva Orihuela

Departamento de Ingeniería civil | Tecnológico de Monterrey | E-mail: eli_leyvaori@hotmail.com

Revista Ambiente Construído

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br