

## **Arquitectura y Objetivos de Desarrollo Sustentable. Aplicación de principios de sostenibilidad en la edificación.**

Carla Karola Azpitarte Torres<sup>1</sup>, Jorge Luis Lerma Valtierra<sup>2</sup>, José Alberto Ochoa Ramírez<sup>3</sup>, Carmen Dolores Barroso García<sup>4</sup>.

### **Resumen**

La sostenibilidad en la edificación es una alternativa enfocada al respeto del medio ambiente, el entorno constructivo y a todo el ciclo de vida del edificio, aprovechando al máximo los recursos naturales como el sol y el uso eficiente de la energía y los materiales de construcción. Su cumplimiento permite cumplir parcialmente con los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS), cuya finalidad es erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. En total son 17 objetivos, sin embargo, la parte que como arquitectos nos corresponde es el número 11 relacionado con ciudades y comunidades sostenibles.

En este trabajo abordamos el estudio del cumplimiento de la sostenibilidad por una vivienda del centro histórico de Guanajuato, particularizando en la NOM-020-ENER respecto de la aceptación de energía para, posteriormente, aplicar una serie de estrategias de sustentabilidad.

**Palabras clave:** Sustentabilidad, Sostenibilidad, Edificación, NOM, Comunidades Sostenibles.

### **Introducción**

En el año 2000 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) planteaba la Agenda 2030, como una iniciativa para erradicar la pobreza, proteger el medio ambiente, y garantizar la paz y la prosperidad en el mundo, con miras a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Conocidos también como Objetivos Globales, en el año 2015 se plantearon los siguientes 17 ODS: 1. Fin de la Pobreza; 2. Hambre Cero; 3. Salud y Bienestar; 4. Educación y Calidad; 5. Igualdad de Género; 6. Agua Limpia y Saneamiento; 7. Energía asequible y no Contaminante; 8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico; 9. Industria Innovación e Infraestructura; 10. Reducción de las Desigualdades; 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles; 12. Producción y consumo responsable; 13. Acción por el Clima; 14. Vida Submarina; 15. Vida de Ecosistemas Terrestres; 16. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas; 17. Alianzas para Lograr los Objetivos.

La presente investigación prioriza el ODS 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles, cuyo su objetivo es "lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles" (ONU, 2015); y, particularmente, busca alcanzar la meta 11.1 la cual señala "de aquí a 2030, asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales" (ONU, 2015).

A partir de esta propuesta, la presente investigación aborda el tema de la sostenibilidad de un caso de estudio ubicado en el centro histórico de la ciudad de Guanajuato, la cual será analizada a partir de los Principios de Edificación Sostenible; proponiendo una solución para su mejora a partir de diferentes estrategias de sustentabilidad.

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura / ck.azpitartetorres@ugto.mx

<sup>2</sup> Estudiante de la Licenciatura en Arquitectura / Jl.lermavaltierra@ugto.mx

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Arquitectura / jose.ochoa@ugto.mx

<sup>4</sup> Profesora de Tiempo Completo del Departamento de Arquitectura / carmina@ugto.mx

## Marco Teórico Conceptual

### Desarrollo Sustentable: Definición

Según la Real Academia Española (RAE) nos dice que el desarrollo es la “acción y efecto de desarrollar o desarrollarse” (2021: s.p.); mientras que Esteva (2000) nos menciona que “el desarrollo es incorporado al análisis de los procesos sociales para denominar los fenómenos a través de los cuales un conjunto social despliega su potencial intrínseco para avanzar en un proceso gradual de transformación social” (citado por Pardo y Celis, 2019:173).

La palabra sustentable de acuerdo con la Real Academia Española (RAE), se define como algo “que se puede mantener sin agotar los recursos” (2021, s.p.).

Para Pilino Zarta (2018): “La sustentabilidad tiene que ver con lo finito y delimitado del planeta, así como con la escasez de los recursos de la tierra. Con el crecimiento exponencial de su población y la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales” (s.p.)

Se puede definir el desarrollo sustentable, como se menciona en el Informe Brundtland (1987), como aquel que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987: s.p.).

### Principios de Edificación Sustentable: Definición

Se podría definir a los Principios de Edificación Sustentable como una guía en la cual basarnos para poder construir de una manera que no impacte en el ambiente; esto mediante el uso de ecotecnologías mencionadas en los principios como tal.

Para empezar, ¿por qué se hicieron estos principios? ¿con qué objetivo? Principalmente, es debido a que la industria de la construcción y la urbanización acelerada, así mismo las nuevas tendencias del diseño y nuevos métodos constructivos, incrementan tanto costos y generan la escasez de los recursos naturales con los que se elabora la obra arquitectónica.

Los malos diseños en construcción, así como obras de autoconstrucción, han tenido un impacto negativo en el medio ambiente; es por eso por lo que, tanto a nivel nacional como a internacional, se ha estado optando por una serie de normas o reglas a la hora de construir que puedan contribuir a la disminución del impacto en el medio ambiente. Tal es el caso de la NOM 020, la cual

busca reducir las ganancias de calor en edificios residenciales a través de la envolvente del edificio, y así, disminuir la cantidad de energía necesaria para refrigeración. La envolvente del edificio está compuesta por: muros exteriores, techos, superficies inferiores, ventanas y puertas (CONUEE, 2011: s.p.).

Los criterios de sustentabilidad aplicables a edificios destinados al uso habitacional u oficinas y que estén en desarrollo y operación, se aplican en los siguientes rubros: energía, agua, residuos sólidos, calidad de vida y responsabilidad social, impacto ambiental y otros impactos (GDF, 2012: 6).

Una vez analizado los objetivos de los principios de edificación sustentable, empezaremos a definirlos.

La Real Academia Española (2021), menciona que un principio es: “Cada una de las primeras proposiciones o verdades fundamentales por donde se empiezan a estudiar las ciencias o las artes” (s.p.).

Por otra parte, “Un principio, en su concepto más amplio, es una base de ideales, fundamentos, reglas y/o políticas de la cual nacen las ideologías, teorías, doctrinas, religiones y ciencias.” (Significados, 2022: s.p.).

Los Principios constituyen una forma distinta de acercarse a la materia, identificar su naturaleza y dimensión, profundizar en ella, comprender su valor formativo y su función en la ciencia y en la sociedad. Ayudan no sólo a relacionar objetos y hechos, sino a entender el conjunto de las relaciones humanas y del universo, más allá del área y de la disciplina (García et al., 2009: s.p.).

El IMTA (2021) señala que “para referirse al modelo de desarrollo consciente de la necesidad de no agotar los recursos, son válidos los adjetivos ‘sustentable’ y ‘sostenible’”. (s.p.).

Ahora hablando sobre la edificación sustentable, “comúnmente, se dice que una construcción es sustentable cuando reúne consideraciones de eficiencia energética, eventualmente de eficiencia hídrica, y/o el uso de materiales no contaminantes o renovables” (Blender, 2011: s.p.).

El concepto de construcción sustentable refiere a diferentes estrategias posibles de ser desarrolladas durante la construcción de inmuebles destinadas fundamentalmente a minimizar los

impactos ambientales (negativos) de las obras en y para todas las fases del ciclo de vida de estos (Fernández, s.a.:1).

La UNAM explica “por construcción sustentable, se entiende aquella que garantiza el bienestar de los usuarios, al mismo tiempo que evita comprometer los recursos naturales futuros requeridos, tanto en su ejecución como en su operación, protegiendo al mismo tiempo las condiciones ambientales” (2022:2).

Por nuestra parte, después de investigar y leer las previas definiciones, podemos decir que los principios de la edificación sustentable son las bases o primeros fundamentos que ayudan a comprender cómo una construcción puede ser más consiente de diferentes maneras para que no puedan afectar de manera drástica al medio ambiente o a la economía.

Pero ¿cómo se utilizan en las construcciones actuales?

Ahora bien, como indica la Secretaría de Economía SE (2013) la NMX AA 164 SCFI se encarga de que los siguientes principios sean tomados en cuenta a la hora de realizar una obra, esto para que puedan considerarse como edificaciones sustentables: “absorción acústica, utilización de aguas de lluvia, aguas residuales domésticas e industriales, análisis del ciclo de vida, área libre, áreas verdes, azoteas verdes naturadas, calidad de ambiente interior, confort, eficiencia energética, energías renovables”(p. 14). Estos son solo algunos de los principios de la edificación sustentable, los cuales son tomados en cuenta para que una obra pueda tener la categoría de edificio sustentable.

En un documento elaborado por CONUEE (2011) se analiza el uso de diferentes métodos constructivos, así como propuestas de diseño de manera que los edificios puedan cumplir con la NOM 020 la cual trata sobre eficiencia de energía en edificaciones, más en específico sobre la envolvente de un edificio, este documento menciona que el objetivo de esta norma es el siguiente: “disminuir la cantidad de energía necesaria para refrigeración” (Pág. 4)

Al hacer un análisis de la información anterior, pudimos obtener varias cosas en común, la principal es que los principios de edificación sustentable surgieron con el propósito de reducir el impacto medio ambiental de la construcción mal planificada o la auto construcción causaban, esto mediante el uso de las ecotecnologías que estos principios nos recomiendan usar.

Desde nuestro punto de vista algo que es un poco diferente entre estos documentos los cuales analizan los principios es que uno solo menciona el ahorro energético para la refrigeración como lo es la NOM 020, mientras que por ejemplo la NMX AA 164 SCFI que a pesar de que no tiene un carácter obligatorio abarca y analiza más principios para que un edificio pueda ser edificación sustentable, así mismo, los libros blancos, programa de certificación de edificaciones sustentables menciona cuales son los rubros que siguen los principios de edificación sustentable.

Aun pese a lo anterior, podemos observar cómo los principios de edificación sustentable y los rubros sobre los cuales estas hechas son más que nada lineamientos y recomendaciones, e incluso podríamos considerarlos reglas. los cuales algunos tienen un carácter obligatorio y otros son más recomendaciones, los cuales reducen el impacto que las edificaciones tienen en el ambiente, así mismo los costos de mantenimiento y la mancha urbana que estos puedan causar en el ambiente, para así obtener una vivienda sustentable.

### Arquitectura sustentable: Definición

J. Neila, en su texto “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias” (2000), explica que “los principios bioclimáticos deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas y de buena arquitectura y no de arquitectura singular”. Neila nos deja con un solo párrafo, una reflexión de años, donde las buenas prácticas son el respeto hacia el entorno en el que existimos, pero no es tan sencillo llevarlo a cabo, así que, para llegar a tener esas buenas prácticas, es necesario definir primeramente aquel objetivo del autor, la arquitectura sustentable.

Retomando la definición de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de Sustentabilidad dada en la Cumbre de Johannesburgo, esta es “la satisfacción de las necesidades presentes, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades”. (ONU, 2002: s.p.). Lo que quiere decir, que la arquitectura sustentable observa desde que se impacta en el terreno, hasta su comportamiento con la sociedad futura, tomando en cuenta tres pilares para su elaboración: el social, lo económico y medioambiental.

Tal es el caso del arquitecto danés Bjarke Ingels de BIG, con el desarrollo de sus viviendas La Montaña y el Edificio 8, en ambos diseños se optimiza al máximo los recursos con los que se cuentan, incluyendo las áreas verdes que sirven como áreas de esparcimiento, de manera que, no sólo se ayuda al medio ambiente, “sino también a la creación de comunidad de los mismos inmuebles” (Vázquez, 2022: s.p.).

A. Miceli (2015), en su libro: Arquitectura sustentable, más que una nueva tendencia una necesidad”, precisa a esta como “aquella que su aplicación conlleva a resolver los problemas de la crisis de sustentabilidad socio

ambiental en los asentamientos humanos (...) ampliando los temas a incluir como mejorar la vivienda social (...)” (p. 20).

### Estrategia de Sustentabilidad: Definición

Una vez definido el tipo de arquitectura a la que se apegará el presente trabajo, debemos también definir la forma en la que se llevará a cabo en formas de estrategias de sustentabilidad.

Por lo que pasaremos a definir lo que es una estrategia, según la Real Academia Española (RAE) es “En un proceso regulable, conjunto de las reglas que buscan una decisión óptima en cada momento”. (s.a.: s.p.).

Se puede inferir que las estrategias de sustentabilidad son los métodos en los que se pondrá en práctica la sustentabilidad en el diseño arquitectónico, buscando como meta principal el confort y mejora de la calidad de vida del usuario, sin destruir el medio ambiente.

Sin embargo, ¿cómo logramos conjugar la calidad de vida del usuario sin la destrucción del medio ambiente? Para ello es necesario considerar ciertos elementos y aspectos del ambiente:

- Lugar: Clima-latitud- situación topográfica y otros.
  - Alturas.
  - Depresiones.
  - Cuerpos de agua.
  - Bosques.
  - Ciudad.
  - Llanos.
  - Naturaleza del suelo.
- Hábitat: Diseño y construcción.
  - Diseño y disposición de los espacios respecto de su entorno, orientación y su materialización. (Zonas térmicas-materiales y su posición).
  - Adecuación a su destino (tipo de edificio) y uso de sus espacios y su relación con el medio exterior. (Vivienda, oficina, escuela etc.)
  - Complementación adecuada con los sistemas de acondicionamiento si fuese necesario. (Uso eficiente de la energía).
- Ocupante: Confort térmico-respiratorio, visual y acústico.
  - Confort de los ocupantes respecto del comportamiento térmico, lumínico y calidad del aire en los recintos

Dentro de las estrategias de diseño sustentable, podemos encontrar:

- Condicionantes formales: Estrategia de la forma (factor o coeficiente de forma).
- Métodos de calefacción y refrigeración pasiva: Estrategias bioclimáticas (de calentamiento y enfriamiento).

De esta forma, la comodidad del usuario y la vida del medio ambiente pueden coexistir y apoyarse una sobre la otra para su mutuo beneficio.

## Marco Metodológico

La presente investigación se desarrolló bajo un método de tipo cualitativo y cuantitativo. Este nos permitió ahondar de una manera más amplia y profunda en el objeto de estudio. Principalmente usamos el método cualitativo para generar un listado de ítems que describen las características de sustentabilidad en la edificación. Por otra parte, utilizamos el método cuantitativo porque su sistema se basa en la objetividad y los números, valiéndose de las estadísticas y las matemáticas para procesar datos y obtener resultados. Esto nos fue útil a la hora de interpretar los datos arrojados por la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER.

## Resultados y Discusión

### Resultados

A partir de diversos autores, se realizó una tabla de verificación de los aspectos de la sustentabilidad, conformada por ocho apartados y 56 indicadores. Al aplicarlo a la casa que se analizó, localizada en la zona

centro de la ciudad de Guanajuato, presenta 27 características de sustentabilidad e incumple 29 características, con un porcentaje de sustentabilidad del 48% (Ver Tabla 01):

**Tabla 1:** Listado de verificación de la sustentabilidad aplicado a la vivienda en estudio.

<b>A.</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>	<b>4/6</b>
1	Presenta las ventanas con un área igual o mayor al 20% de la superficie del espacio.	Sí
2	Contiene vidrios de protección solar: polarizados, granulados, entintados.	No
3	Existe sombreado horizontal (ej. Volados, aleros, porches, toldos, pérgolas) en la orientación que lo requiera.	Sí
4	Existe sombreado vertical (ej. Aletas, celosías, persianas, ventanas remetidas) en la orientación que lo requiera.	Sí
5	Contiene lámparas de tipo LED (se anexan ejemplos)	Sí
6	Presenta sistemas de control lumínico o reguladores del nivel y la calidad de la luz.	No
<b>B.</b>	<b>VENTILACIÓN</b>	<b>1/3</b>
7	La ventana tiene al menos un 7% de la superficie del espacio para ventilación natural.	Sí
8	Existe ventilación natural cruzada presente en cada espacio del interior de una vivienda.	No
9	Presenta un sistema inteligente de regulación de la temperatura (Economizadores de Aire).	No
<b>C.</b>	<b>AGUA</b>	<b>4/9</b>
10	Presenta válvulas ahorradoras de agua en lavabos y regaderas.	Sí
11	Uso de llaves mezcladoras (monomando) para ahorro de agua.	Sí
12	Existen inodoros ecológicos con reguladores de agua según su uso	Sí
13	Uso de botellas con agua o arena en el tanque del inodoro para disminuir el gasto de agua en cada descarga.	No
14	Presenta un sistema integrado para reúso del agua del lavabo en el tanque del inodoro.	No
15	Uso de sistema de captación de agua de lluvia.	Sí
16	Existe una planta de tratamiento de las aguas residuales.	No
17	Uso de sistemas evaporativos y de rociado de agua (Rociadores de agua, fuentes, etc.).	No
18	Presenta sistemas dosificadores de agua en la jardinería.	No
<b>D.</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>4/7</b>
19	Uso de materiales naturales (madera, paja, piedra)	No
20	Uso de materiales locales de la zona (300 km)	Sí
21	Uso de materiales de bajos residuos posibles (ej. PVC, metales, plásticos, etc.).	Sí
22	Empleo de colores claros en muros o techumbre.	Sí
23	Empleo de material aislante de la energía en muros y techos.	No
24	Uso de elementos prefabricados de gran formato (vigueta y bovedilla, láminas).	Sí
25	Presenta sistemas modulares de construcción para permitir su desmantelamiento y reutilización.	No
<b>E.</b>	<b>ENERGÍA</b>	<b>1/6</b>
26	Uso de calentador solar de agua.	Sí
27	Empleo de paneles fotovoltaicos para generar energía.	No
28	Presenta sistemas de acondicionamiento climático de última generación.	No
29	Presenta iluminación controlada mediante sensores de movimiento (se enciende la luz solo cuando se detecta movimiento).	No
30	Uso de energía eólica (como molinos o aerogeneradores) para generar energía.	No
31	Generación de energía eléctrica a partir de biomasa (desechos vegetales).	No
<b>F.</b>	<b>DISEÑO</b>	<b>7/15</b>
32	El edificio cuenta con estructuras compactas y con formas redondas, las cuales provocan menos pérdida de calor.	No
33	Presenta la menor proporción de superficie acristalada en las orientaciones con más radiación solar (sur y suroeste).	Sí
34	Uso de una orientación sur de las habitaciones y estancias.	No
35	Presenta paredes con colores claros que ayuden a intensificar la luz natural.	Sí
36	Uso de pisos impermeables en cocinas, baños, cuartos de lavado, etc.	Sí
37	Contiene un almacén de calzado en la entrada de la casa.	Sí
38	Presenta un espesor de muros mayor a lo habitual (20 cm).	Sí
39	Existen elementos aislantes del ruido exterior.	No
40	Presenta un mantenimiento continuo del edificio (anual, realizado por un profesional).	No
41	Presenta vegetación dentro de la vivienda.	Sí

42	Cuenta con naturación de azoteas (Techos verdes).	No
43	Presenta mantenimiento de las áreas verdes y elementos de la vegetación.	Sí
44	Uso de al menos el 40% del predio como espacio libre para la vegetación.	No
45	Presenta cubierta vegetal en al menos el 70% de las área exteriores.	No
46	Respeto a los árboles existentes durante la construcción.	No
<b>G.</b>	<b>RESIDUOS</b>	1/2
47	Cuenta con contenedores de separación de residuos (orgánicos e inorgánicos, papel, vidrio o cartón).	No
48	Presenta contenedores de basura cercanos a la zona de la vivienda en un rango no mayor a los 800 m.	Sí
<b>H.</b>	<b>URBANIZACIÓN</b>	5/8
49	Presenta accesibilidad a los servicios básicos en un rango de 800 m.	Sí
50	El predio está ubicado fuera de tierras agrícolas.	Sí
51	El predio está ubicado fuera de zonas protegidas.	No
52	El predio está ubicado a más de 30m de cuerpos de agua.	No
53	Cuenta con acceso a transporte público en un rango de 800 m.	Sí
54	Cuenta con espacios para el estacionamiento vehicular y de bicicletas.	Sí
55	Presenta circulaciones peatonales.	Sí
56	El inmueble se encuentra aislado de otros.	No

Fuente: Elaboración propia (2022), con base en Baño y Vigil (2005); Albaladejo y Rodríguez (2008); Camacol (2010); Suárez (2010); Rocha (2011); GDF (2012); SE (2013); Penagos et al. (2015); USGBC (2017); SEDATU (2017).

Con relación al cumplimiento de la sustentabilidad por la vivienda en estudio, se observan los siguientes porcentajes en los diferentes apartados (Ver Tabla 02):

**Tabla 2:** Cumplimiento del listado de verificación de la sustentabilidad de la vivienda en estudio por apartados.

	Apartado	Indicadores cumplidos	Porcentaje
A.	Iluminación	4/6	67%
B.	Ventilación	1/3	33%
C.	Agua	4/9	44%
D.	Materiales	4/7	57%
E.	Energía	1/6	17%
F.	Diseño	7/15	47%
G.	Residuos	1/2	50%
H.	Urbanización	5/8	63%

Fuente: Elaboración propia (2022).

Asimismo, respecto de la aplicación de la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER, se obtuvo como valor cuantitativo un porcentaje inicial de 32%, sobre el edificio de referencia o modelo negativo que precisa la norma. Este valor en sí ya es bueno, ya que cumple con los requisitos de sostenibilidad que requiere la Norma. Sin embargo, este porcentaje podía aumentar todavía más, y se decidió seguir aplicando estrategias sustentables para mejorar este rango.

### Estrategias

Derivado de la falta de cumplimiento en 29 características de sustentabilidad, se aplicaron las siguientes estrategias a la vivienda en estudio, lográndose el cumplimiento de 7 características más, con lo que el cumplimiento se aumentó a un 61%.

#### A. Iluminación

- Se opta por colocar vidrios entintados en la vivienda para tener un buen grado de control de la radiación solar. Se coloca un vidrio entintado en la ventana de la fachada suroeste para reducir la absorción de energía; y un vidrio entintado en la noroeste para que los rayos solares no molesten por las mañanas.
- Se colocan lámparas fotosensibles para áreas exteriores que sólo se activen al caer la luz del sol.

#### B. Ventilación

- Se instala un sistema de aire acondicionado que al momento de detectar un aumento o disminución de temperatura empujan un volumen de aire que regulan la temperatura.

#### C. Agua

- Se agregan botellas de refresco llenas de agua al tanque del inodoro, con la finalidad de aumentar la altura de caída del agua en este, y evitar una mayor necesidad de agua en la descarga.
- Se agrega una fuente que aumente la humedad en el sitio y genere una baja de la temperatura circundante.

#### D. Materiales

- En muros se agrega una capa interior de yeso como aislante térmico a la vivienda al aumentar el espesor de estos; y se añade un acabado exterior de pintura blanca para reducir la absorción de la radiación solar y reducir el calor que se transfiere dentro del edificio.
- Se propone añadir volados en las dos ventanas que se encuentran en la fachada principal para reducir la entrada de los rayos solares.
- Se sustituyen las puertas metálicas, que estaban en la vivienda, por otras de madera maciza para reducir la absorción de la energía por radiación.

#### E. Energía

- Se propone la instalación de un panel fotovoltaico en la azotea para reducir el consumo energético.

Con la aplicación de dichas estrategias, se volvió a consultar la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER para verificar si las soluciones habían sido las adecuadas, y se vio un aumento positivo en los valores porcentuales, pasando a 36.9% con lo cual se logró mejorar nuestro objetivo principal, al reducir las ganancias de calor en la envolvente del edificio.

## Discusión

Una vez aplicadas todas estas estrategias, se pasó de un 48% de sostenibilidad a un 61%, quedando pendientes varias características, derivado de la imposibilidad de aplicarlas al edificio en cuestión. Al ser un edificio construido, que no permitía modificaciones, por ejemplo, en la orientación y las colindancias; así como la consideración de la orientación de la vivienda no es muy buena, pues una de las habitaciones se encuentra en el norte, permanece fría todos los días del año; además, se notó que la circulación del aire no es muy buena, quedándose estancada en la misma habitación antes mencionada, sin poder realizar alguna mejora tampoco, puesto que está con colindancia.

Asimismo, respecto de la aceptación de energía por la envolvente del edificio, se pudo reducirla y distanciarse más del edificio de referencia, logrando el paso del porcentaje de 32% al 36.9% del edificio en estudio.

## Conclusiones

El desarrollo de esta investigación muestra la importancia de construir viviendas que sean sustentables y cumplan con los Objetivos de Desarrollo Sustentable, esto con la finalidad de proteger el medio ambiente y asegurar un futuro para las próximas generaciones.

De los resultados obtenidos, se pudo detectar ciertas problemáticas en una vivienda, tales como falta de ventilación, materiales inadecuados, mala iluminación, entre otros. Con base en esto, se generaron estrategias particulares para el tipo de vivienda y se ofreció al cliente soluciones que puede emplear para mejorar su casa.

## Referencias

- Albaladej, F.; y Rodríguez C. L. (2008). *Guía de iniciativas para una construcción sostenible*. En el sitio <https://www.activatie.org/publicacion?323-Gu%C3%ADa-de-iniciativas-para-una-construcci%C3%B3n-sostenible>
- Baño, A.; y Vigil, A. (2005). *Guía de construcción sostenible*. En el sitio <http://istas.net/descargas/CCConsSost.pdf>
- Blender, M. (2011). *¿Qué es la edificación sustentable?* En el sitio <https://mariablender.com/%C2%BFque-es-la-edificacion-sustentable/#:~:text=Com%C3%BAmente%2C%20se%20dice%20de%20una,materiales%20no%20contaminantes%20o%20renovables>.
- Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). *Guía de Construcción Sostenible*. <http://istas.net/descargas/CCConsSost.pdf>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía CONUEE, (2011). *Guía de Cálculo NOM-020-ENER*. En el sitio [https://www.conuee.gob.mx/transparencia/GuiaHerramientaCalculoNOM\\_020\\_V1.00.pdf](https://www.conuee.gob.mx/transparencia/GuiaHerramientaCalculoNOM_020_V1.00.pdf)

- Fernández, A. (2022). *Construcciones Sustentables*. En el sitio: [http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/G-U03-02\\_Construcci%C3%83%C2%B3n\\_Sustentable\[1\].pdf](http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/G-U03-02_Construcci%C3%83%C2%B3n_Sustentable[1].pdf)
- García, A. L.; Jiménez, J. A.; y Rodríguez, E. (2009). *Bases teóricas del modelo de principios científico-didácticos para la enseñanza de la geografía y de la historia*. En el sitio: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1011-22512009000100003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512009000100003)
- Gobierno del Distrito Federal GDF (2012). *Libros blancos-programa de certificación de edificaciones sustentables*. En el sitio <http://martha.org.mx/una-politica-con-causa/wp-content/uploads/2013/09/15-Certificacion-Edificaciones-Sustentables.pdf>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua IMTA. (2021). *¿Sostenible o Sustentable?* En el sitio: <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/sustentable-o-sostenible-276771?idiom=es>
- Miceli, A. (2015). *Arquitectura sustentable: Más que una nueva tendencia, una necesidad*. Diseño.
- Ministerio del Medio Ambiente (2015). *¿Qué son los ODS?* En el sitio <https://ods.mma.gob.cl/que-son-los-ods/>
- Neila, J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. En el sitio <https://www.bing.com/search?q=Arquitectura+bioclim%C3%A1tica+en+un+entorno+sostenible&cvid=43598cd0880a4958a712bfb20f0609c8&aqs=edge..69i57j69i11004.2840j0j1&pglt=41&FORM=ANNAB1&P=C=HCTS>
- Organización de las Naciones Unidas ONU (1987). *Informe Brundtland*. En el sitio [https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas ONU (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible | Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. UNDP*. En el sitio <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals#ciudades-comunidades-sostenibles>
- Organización de las Naciones Unidas. ONU (2002). *Cumbre de Johannesburgo 2002*. [https://www.un.org/spanish/conferencias/wssd/development.htm#:~:text=%22EI%20desarrollo%20sostenible%20es%20el,\(Informe%20Brundtland\)%2C%201987.](https://www.un.org/spanish/conferencias/wssd/development.htm#:~:text=%22EI%20desarrollo%20sostenible%20es%20el,(Informe%20Brundtland)%2C%201987.)
- Pardo, N. G., y Celis, J. R. (2019). "Desarrollo". En A. B. Chiquito, E. R. Mayer, G. Llull, C. Pinardi, & L. B. Q. Côrtes (Eds.), *La pobreza en la prensa: Palabras clave en los diarios de Argentina, Brasil, Colombia y México* (pp. 173–182). En el sitio <https://doi.org/10.2307/j.ctvnp0kbt.22>
- Penagos, G. L.; Morales, C.; Valencia, M. V.; González, Al.; Salazar, A.; y Aponte, G. (2015). *Guías de Construcción Sostenible*. En el sitio <https://es.slideshare.net/juancarlosgomezjaramillo9/gua-4-gua-para-el-diseo-de-edificaciones-sostenibles>
- Real Academia Española RAE (2021). *Principio*. En el sitio <https://dle.rae.es/principio>
- Real Academia Española RAE (s. f.). *Estrategia* En el sitio <https://dle.rae.es/estrategia>
- Real Academia Española RAE (2021a). *Desarrollo*. En el sitio <https://dle.rae.es/desarrollo>
- Real Academia Española RAE (2021b). *Sustentable*. En el sitio <https://dle.rae.es/sustentable?m=form>
- Rocha, E. (2011). *Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA*. En el sitio <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3983370>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2017). *Código de Edificación de la Vivienda*. En el sitio <https://www.gob.mx/inafed/documentos/codigo-de-edificacion-de-vivienda-3era-edicion>
- Secretaría de Economía SE (2013). *Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013*. En el sitio <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO3156.pdf>
- Significados (2022). *Significado de Principio*. En el sitio: <https://www.significados.com/principio/>
- Suárez, J. L. (2010). *Guía básica de sostenibilidad en la edificación*. En el sitio <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12146/Mem%C3%B2ria.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México UNAM (2022). *Criterios en Materia de Construcción Sustentable en la Universidad Nacional Autónoma de México*. En el sitio: [https://ecopuma.unam.mx/PDF/SECCIONES/PUBLICACIONES/Criterios\\_construccion\\_sustentable\\_UNAM.pdf](https://ecopuma.unam.mx/PDF/SECCIONES/PUBLICACIONES/Criterios_construccion_sustentable_UNAM.pdf)
- United States Green Building Council USGBC (2017). *LEED v4 for Building Design and Construction*. En el sitio <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version>
- Vázquez, I. (2022). *Arquitectura sustentable, qué es y cómo funciona*. Architectural Digest. <https://www.admagazine.com/articulos/arquitectura-sustentable-que-es-y-como-funciona>
- Zarta, P. (2018). "Justificación de lo sustentable". En "La sustentabilidad: Un concepto para la humanidad (14)". Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. En el sitio <https://www.redalyc.org/journal/396/39656104017/html/#:~:text=La%20sustentabilidad%20tiene%20que%20ver,agotamiento%20de%20los%20recursos%20naturales>