



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

NOMBRE DE LA TESIS

**“Desarrollo de Viviendas Sustentables,  
Implementando Eco tecnologías y el Aprovechamiento  
de Residuos.”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A**

**GABRIEL ALBERTO ZAPATA PACHECO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M. En C. SERGIO ALFONSO MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO

NOVIEMBRE 2018





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis padres Rogelia Pacheco Corona y Norberto Zapata Callejas:**

Por su constante motivación, apoyo, comprensión, cariño e impulso a seguir adelante.

### **A mis hermanos Oliver e Israel:**

Por creer siempre en mi y nunca dejarme caer ante las adversidades, fueron y seguirán siendo un gran ejemplo para mi.

### **M. en C. Sergio Martínez González:**

Por todo el apoyo brindado, tiempo, enseñanzas y atenciones por parte suya, estoy infinitamente agradecido con usted.

### **A mis primos:**

Lic. Daniel Sandoval Zapata, por ser un gran ejemplo de superación y apoyo incondicional en mi paso por la universidad.

Ing. Everardo Parra Pacheco, por el apoyo que me brindó al regularizarme para el examen de admisión a la universidad.

### **Ing. Diana Sánchez Figueroa:**

Por creer siempre en mi, estar en todo momento y ser un pilar importante en mi formación personal y académica. Muchas gracias.

### **F.E.S. Aragón:**

Orgulloso de pertenecer a la máxima casa de estudios en México (UNAM), pero aún más orgullo ser parte de FES Aragón, quien me otorgó todo lo que hoy en día soy, un hombre de bien con valores y una excelente formación académica con profesores de alto nivel. Sin duda alguna, deja una huella imborrable en mi vida, juro ser un digno representante de la facultad y llevar a cabo mis funciones para bien de la sociedad. Gracias por tanto FES ARAGÓN.

## Índice

## Página

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	01
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	03
<b>OBJETIVOS</b>	
Objetivo General.....	07
Objetivos Específicos.....	07
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	07
<b>HIPÓTESIS</b> .....	09
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES</b>	
1.1 Definición de desarrollo sustentable.....	10
1.2 Desarrollo sustentable en el mundo.....	11
1.3 Calentamiento Global.....	16
1.3.1 Efecto Invernadero.....	17
1.3.2 Gases de efecto Invernadero.....	18
1.4 Vivienda sustentable en el México prehispánico.....	20
1.5 Desarrollo Sustentable en México.....	24
1.6 Organismos e Instituciones medioambientales y de vivienda en México.....	26
1.6.1 Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).....	28
1.6.2 Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).....	28
1.6.3 Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).....	29
1.6.4 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).....	30
1.6.5 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).....	30
1.6.6 Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO).....	31

1.6.7 Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).....	31
1.6.8 Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA).....	32
1.6.9 Secretaria Del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA).....	32
1.6.10 Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME).....	33
1.6.11 Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT).....	34
1.6.12 Secretaria de Desarrollo, Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU).....	34
1.6.13 Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).....	35
1.6.14 Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE).....	36
1.6.15 Instituto Nacional de Vivienda (INVI).....	36
1.7 Problemática de los Residuos Sólidos Urbanos en México.....	37
1.8 Residuos de la Construcción.....	37
1.9 Situación actual del desarrollo de vivienda sustentable en CDMX.....	40
<b>CAPÍTULO II. ECO TECNOLOGÍAS</b>	
2.1 Definición de Eco tecnología.....	41
2.2 Ecotecnías.....	41
2.3 Ventajas de la eco tecnología.....	42
2.3 Tipos de eco tecnologías.....	43
2.4 Energía Solar Fotovoltaica.....	44
2.4.1 Instalaciones interconectados a red eléctrica.....	45
2.4.2 Instalaciones fuera de red.....	45
2.4.3 Paneles solares.....	47
2.4.4 Radiación solar en la CDMX y zona conurbada.....	47
2.4.5 Ventajas de la energía solar.....	50

2.4.6 Desventajas de la energía solar.....	51
2.5 Calentador Solar.....	52
2.5.1 Ventajas del calentador solar.....	53
2.5.2 Desventajas del calentador solar.....	54
2.6 Energía Eólica.....	54
2.6.1 Registros meteorológicos en CDMX y zona conurbada.....	57
2.6.2 Clasificación de aerogeneradores.....	58
2.6.3 Ventajas de aerogeneradores domésticos.....	59
2.6.4 Desventajas de aerogeneradores domésticos.....	60
2.7 Sistemas de captación de agua pluvial.....	61
2.7.1 Componentes del sistema de captación de agua pluvial.....	61
2.7.2 Análisis de captación pluvial en el valle de México.....	64
2.7.3 Ventajas de un sistema de captación de agua pluvial.....	69
2.7.4 Desventajas de un sistema de captación de agua pluvial.....	70
2.8 Azoteas Verdes.....	70
2.8.1 Componentes para una azotea naturada.....	72
2.8.2 Ventajas de una azotea verde.....	73
2.8.3 Desventajas de una azotea verde.....	73
2.9 Dispositivos ahorradores.....	74
2.9.1 Dispositivos ahorradores de gas.....	74
2.9.2 Dispositivos ahorradores de agua.....	76
2.9.3 Dispositivos ahorradores de energía eléctrica.....	83

### **CAPÍTULO III. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS**

3.1 ¿Los residuos se pueden aprovechar para el desarrollo de viviendas?.....	92
3.2 Residuos aplicables para la construcción.....	93
3.2.1 PET (Polietileno Tereftalato).....	94
3.2.2 Neumáticos.....	96

3.2.3 Botellas de vidrio.....	99
3.2.4 Papel y Cartón.....	100
3.2.5 Palets.....	102

#### **CAPÍTULO IV. CERTIFICACIONES PARA VIVIENDA SUSTENTABLE**

4.1 Leadership in Energy & Environmental Design (L.E.E.D.) .....	105
4.1.1 Definición.....	105
4.1.2 Beneficios.....	105
4.1.3 Objetivos.....	106
4.2 Programa de Certificación de Edificios Sustentables (P.C.E.S.)	
4.2.1 Definición.....	110
4.2.2 Beneficios.....	111
4.2.3 Objetivos.....	111
4.3 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (B.R.E.E.A.M.).....	114
4.3.1 Definición.....	115
4.3.2 Beneficios.....	115
4.3.3 Objetivos.....	116
4.4 Otras Certificaciones.....	117

#### **CAPÍTULO V. EJEMPLOS DE VIVIENDAS SUSTENTABLES**

5.1 Casa Tlalpan.....	119
5.2 Casa UNAM.....	120
5.3 Casa Tula-Tepeji Hidalgo.....	122

<b>CONCLUSIONES</b> .....	124
---------------------------	-----

<b>GLOSARIO</b> .....	126
-----------------------	-----

<b>REFERENCIAS</b> .....	128
--------------------------	-----



## INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo industrial de la mayoría de los países del mundo, así como la distribución del comercio y consumo generalizado de diversos productos para uso humano, constituye una de las principales problemáticas que enfrenta la gran urbe del país, el manejo de residuos.

México ocupa el décimo lugar en densidad poblacional en el mundo acorde a información proporcionada por la ONU en 2017. Los habitantes de la Ciudad de México representan el segundo lugar de la población total del país y por ende el segundo que genera una considerable cantidad de residuos, que están clasificados en tres diferentes tipos; sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

El reciclaje es una opción viable para la reducción de los índices de contaminación, de igual manera para llevar a cabo construcciones de viviendas dignas a partir de materiales reciclables, el cual, en esta tesis se analizará las diferentes opciones para llevarlo a cabo. Sin embargo, la mayoría de la población no conoce las características o propiedades físicas que hay en algunos residuos reciclables, lo cual se busca concientizar, explicar a la población y comunidad escolar los diferentes usos que se pueden llegar a obtener con la reutilización para la elaboración de proyectos ecológicos, aplicando Ingeniería Civil y siendo amigables con el medio ambiente.

Además, se subrayará la importancia de las eco tecnologías que se deberán implementar en el desarrollo de un proyecto para vivienda ecológica-sustentable mediante el estudio y análisis de los diferentes tipos que existen en el mercado y obtener ahorros considerables en servicios básicos que la población demanda día a día, logrando adquirir mejores resultados en el cuidado del medio ambiente y en la calidad de vida al interior de estos espacios. Así mismo, en esta tesis se considerarán los diferentes problemas de contaminación que sufre la ciudad de



México llevando a cabo una investigación sobre qué tipo de residuos son los que se pueden aprovechar para la ejecución de una vivienda.

Para entender más a fondo el aprovechamiento de los residuos reciclables y eco tecnologías se explicarán diferentes casos donde se han desarrollado viviendas con este sistema en diferentes partes del mundo y México, de igual manera se analizará los programas implementados por parte del gobierno federal derivado de la preocupación que hay por los altos índices de contaminación y sobreexplotación de recursos naturales concientizando a la población en general y promoviendo el desarrollo de construcciones verdes en la Ciudad de México y su zona metropolitana.



---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas en el mundo es la contaminación del medio ambiente junto con la sobreexplotación de los recursos naturales, se presentan tanto en el nivel nacional como en el internacional, sin que se puedan resolver, a causa de que los intereses de pocos, están antepuestos a las necesidades de todos. Además, éstos se manifiestan de manera trascendente y general como, por ejemplo: el deterioro de la capa de ozono, el efecto de invernadero, el cambio climático, falta de recursos naturales sin que sea tangible el problema para la población y sin la debida participación activa y decisiva de la comunidad ante sus problemas.

Para observar la gravedad del problema de la contaminación actual, a nivel mundial, a mediados del año 2017 ya se disponía de una vista previa de cuáles serían los países que más contaminan al medio ambiente, entre ellos, como muchos años pasados están las grandes potencias mundiales como pioneros de emisión de dióxido de carbono (China, EE. UU, Asia, India y otros), esto según una infografía generada por Statista, una empresa importante de estadísticas para el desarrollo del consumidor.

Los Residuos Sólidos también son uno de los principales problemas ambientales en el mundo ocasionados por la humanidad desde mucho tiempo, generando un gran impacto de contaminación sobre los recursos naturales, los ecosistemas, la salud y la calidad del ambiente, ya que es causado por el crecimiento de la población, el consumismo, la ignorancia, el desconocimiento y una educación ambiental que promueva la cultura del reciclaje y la gestión integral de los residuos sólidos. Asimismo, este problema ambiental es conocido como la generación de Residuos Sólidos o comúnmente como Basura, el cual es fundamental por tener efecto sobre el deterioro del medio ambiente, la salud humana y la calidad de vida de las futuras generaciones.



La educación ambiental adquiere mucha importancia para un proceso del cuidado permanente del medio ambiente, en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su entorno, aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y, también, la determinación que les capacite para actuar, individual y colectivamente, en la resolución de los problemas ambientales presentes y futuros.

El sector de construcción específicamente hablando de vivienda en el mundo necesita más de dos toneladas de materias primas por cada metro cuadrado de vivienda que construimos, la cantidad de energía asociada a la fabricación de los materiales que componen una vivienda puede ascender, aproximadamente, a un tercio del consumo energético de una familia durante un período de 50 años. El análisis del ciclo de vida de un edificio permite identificar con mayor facilidad las consecuencias ambientales que se derivan del impacto de la construcción, que, a grandes rasgos, pueden reducirse a lo siguiente:

- ✚ Los edificios resultantes del proceso constructivo, así como las infraestructuras necesarias para favorecer la accesibilidad, ocupan y transforman el medio en el que se disponen.
- ✚ La fabricación de materiales de construcción fomenta el agotamiento de recursos no renovables a causa de la extracción ilimitada de materias primas y del consumo de recursos fósiles.
- ✚ Nuestro entorno natural se ve afectado por la emisión de contaminantes, así como por la deposición de residuos de todo tipo.

Los desafíos asociados con la prevención, la gestión y la resolución de conflictos inducidos por los recursos naturales bien podrían llegar a definir la paz y la seguridad global en el siglo XXI, Las tendencias globales, como los cambios demográficos, el aumento del consumo, la degradación del medio ambiente y el cambio climático, están creando presiones significativas y potencialmente insostenibles sobre la disponibilidad y la usabilidad de recursos naturales como la tierra, el agua y los ecosistemas. (ONU, 2018)



En México durante 2015, el consumo de recursos y daños al medio ambiente costaron 907,473 millones de pesos (mdp), equivalentes a 5% del Producto Interno Bruto (PIB), estimó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Ese total es mayor al costo de la corrupción en nuestro país, estimado en 347,000 mdp, de acuerdo con el Índice de Percepción de la Corrupción (IPC) y de la inseguridad, de 236,800 mdp, según el INEGI. (Solis, 2016)

Sin embargo, de acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en México las muertes por enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental, deja al año unos 25 mil muertos. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estima que el impacto de la contaminación fue equivalente a 4.6% del Producto Interno Bruto (PIB) en 2017, es decir, 925,326 millones de pesos (mdp) a precios corrientes, cifra superior a los 132,216 mdp que el gobierno destinó al rubro de salud en ese mismo año. (Solis, La contaminación en México cuesta 7 veces mas que el gasto en salud, 2018)

El impacto por contaminación ambiental considera los efectos derivados de residuos sólidos, el agotamiento de los mantos acuíferos, recursos petrolíferos, bosques, la degradación del aire y contaminación del suelo. Datos del INEGI, arrojan que en México se recolectan diariamente 86,343 toneladas de residuos sólidos de los cuales solo el 12% se recicla, lo cual demuestra que aún hay mucho por hacer en educación ambiental.

Los residuos de construcción, son clasificados en México por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, como Residuos de Manejo Especial y competencia para su regulación de la Entidades Federativas, (Artículo 10 y 19 fracción VII), los cuales como se mencionó anteriormente son producidos por obras públicas (carreteras, viviendas, puentes, hospitales, etc.), obras privadas (desarrollos inmobiliarios, oficinas, centros comerciales, etc.) y un gran volumen de estos residuos se depositan en barrancas, orilla de las carreteras, terrenos baldíos y a orillas de los ríos, generando problemas de contaminación, fauna nociva, contaminación visual, zonas de riesgo que provoquen inundaciones, entre otros. (Luis, 2017)



La Ciudad de México no es ajena a esta problemática, fuentes del INEGI afirma que se ocupa el 1er lugar como generador de basura con 17,043 toneladas diarias y enseguida el Estado de México con 8,285 toneladas al día, de los cuales solo se recicla aproximadamente el 20% según la Agencia de Gestión Urbana (AGU) incidiendo de igual manera que como en el resto del país existe un gran déficit por educación ambiental. A sí mismo el valor de la construcción del sector privado a nivel nacional reportó en el año 2017 el mayor crecimiento anual en el primer trimestre, la CDMX es participe fundamental de este crecimiento en edificación. (Atayde, 2017)

Edificación se refiere a vivienda, edificios industriales, comerciales y de servicios como lo son escuelas, hospitales, clínicas, etc. Lo cual, conlleva a un aumento en la problemática de la contaminación y daño del medio ambiente por construcción, sin considerar el riesgo que la CDMX sufre constantemente por ser una zona altamente sísmica.

Los escombros de los inmuebles que cayeron con el sismo del 2017 pueden representar un problema ambiental para la ciudad de México y sus habitantes si no se manejan adecuadamente. Junto con los materiales pétreos como ladrillos, concreto y recubrimientos de yeso, van artículos tales como muebles, electrónicos, varios químicos, medicamentos, entre otros que, de no seguirse los protocolos oficiales contenidos en las normas ambientales para su manejo, pueden afectar la salud de los capitalinos y dañar el ambiente. (Martínez, 2017)

El desarrollo inmobiliario se ha disparado a niveles críticos considerando que la CDMX sufre por la contaminación de residuos sólidos sumando la sobrepoblación y una excesiva explotación de recursos naturales, considerando también que no hay una política o regulación que obligue a las constructoras a realizar sus desarrollos de forma amigable con el medio, ni adecuándolos para su funcionamiento con energías renovables. La CDMX debe implementar acciones que incluya el reciclaje junto con las energías renovables para desarrollar viviendas sustentables y ecológicas logrando mitigar el problema de construcción tradicional, los cuales suelen ser los causantes en mayor parte del deterioro de nuestro medio ambiente.



## OBJETIVOS

**Objetivo General:** Analizar la situación del desarrollo de vivienda sustentable en la CDMX y su zona metropolitana implementando ecotecnologías y el aprovechamiento de residuos.

**Objetivos Específicos** derivados del general son:

- I. Identificar las diferentes modalidades de energías renovables para la implementación en el desarrollo de vivienda sustentable.
- II. Mostrar los residuos que se pueden aprovechar para su reutilización como materia prima en los procesos constructivos de vivienda sustentable.
- III. Examinar en la CDMX y zona metropolitana el gran índice de contaminación y sobreexplotación de recursos naturales.
- IV. Inspeccionar las estrategias a implementar para la mitigación del daño ambiental propiciado por los procesos constructivos de vivienda tradicionales.

## JUSTIFICACIÓN

Ante el constante deterioro de nuestro medio ambiente por la contaminación, sobrepoblación y desmedida explotación de recursos naturales, de los que se ha adjudicado en buena medida el área de construcción por tratar de cubrir la demanda de vivienda para beneficio de los seres humanos sin importar las consecuencias del daño que esto provoca al no tener una buena planeación ni educación ambiental para lograr desarrollos sustentables.

Resulta de especial interés conocer cuáles son las nuevas metodologías, tecnologías y estrategias para poder aplicarlo en beneficio de la población, evitando el mayor daño a nuestro medio ambiente por trabajos de construcción y a partir de allí realizar nuevos desarrollos de vivienda sustentable siendo amigables con el ambiente y ayudando en la economía de la población de nivel medio o bajos recursos.



La presente investigación surge de la necesidad de confrontar y resolver los problemas medioambientales que hoy en día son críticos en el mundo y específicamente hablando de la CDMX y su Zona Metropolitana, con el propósito de identificar, analizar y proponer soluciones que estén dirigidos a fomentar la construcción verde por medio de eco tecnologías y aprovechamiento de residuos.

Este trabajo de investigación busca proporcionar información que será útil a toda la población para mejorar el conocimiento sobre las energías limpias y el reciclaje, demostrando que los procesos constructivos tradicionales en vivienda no solo pueden realizarse de esta manera, sino que también se pueden construir de manera ecológica, sustentable y económicamente, dando a conocer las características y propiedades de los residuos reciclados y de las eco-tecnologías para obtener un mayor beneficio y rendimiento en las construcciones de vivienda ayudando e induciendo a ser más generosos con nuestro medio ambiente.

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios de alcance sobre los residuos que se pueden reutilizar en procesos constructivos y así mismo, falta de conocimiento en la mayor parte de la población sobre las energías limpias que pueden aplicar en el funcionamiento de sus viviendas, ya sean nuevas o existentes, la presente tesis opta por demostrar y afianzar un mayor conocimiento que pueda intervenir en el desarrollo de la vivienda sustentable aplicable en la CDMX y su Zona Metropolitana.

El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podría realizarse futuras investigaciones que utilizaran metodologías compatibles, de manera que se posibilitaran análisis conjuntos, comparaciones y desarrollos encaminados hacia un mismo criterio que es la reducción de contaminantes. La investigación es viable, pues se dispone de los recursos necesarios para llevarla a cabo, contribuyendo a tener un amplio criterio en educación ambiental tanto para Ingenieros-Arquitectos y población en general.



---

## HIPÓTESIS

La demanda de construcción de vivienda en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana provoca, en su mayoría, índices críticos de contaminación y daño ambiental por falta de estrategias para la mitigación de este problema. La expectativa que se obtiene de los nuevos desarrollos sustentables es muy alta para la siguiente década, considerando que a mayor número de desarrollos de viviendas implementando las eco tecnologías y aprovechamiento de residuos se logra una mejor calidad de vida para la población y una considerable reducción de agentes contaminantes.

Para poder establecer soluciones viables y eficaces a los problemas del medio ambiente, es necesario generar y mantener actualizada la información pertinente, la cual deberá estar disponible para la población, informándole del progreso alcanzado, la situación prevaleciente, los éxitos y fracasos en las estrategias seguidas, las tendencias sociales, políticas y económicas, así como la situación ambiental y el estatus de los recursos naturales, para que de esta forma todos, desde sus diferentes niveles de acción, puedan proponer y adoptar decisiones con bases sólidas

Sin embargo, es necesario comprender que la educación ambiental es una herramienta fundamental para poder analizar las potencialidades y limitaciones que hay en la capital de México y sus alrededores, procurando así desarrollar una estrategia fundamental para estar en equilibrio en cuanto a las necesidades de la población y reduciendo la afectación de nuestro medio ambiente.



## ANTECEDENTES

### Definición de Desarrollo Sustentable

“Desarrollo sustentable es el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (*CMMAD, 1987:24*). En este sentido, el desarrollo sustentable no solo contempla el progreso económico y material, sino que lo plantea en equilibrio con el bienestar social y el aprovechamiento responsable de los recursos naturales. De este modo, concilia los tres ejes fundamentales de la sustentabilidad: lo económico, lo ecológico y lo social.

Desde el nacimiento del concepto, ha existido una confusión sobre si el término correcto es desarrollo sustentable o desarrollo sostenible. Lo cierto es que ambas expresiones son correctas, pues las dos se refieren a algo que se puede mantener en el tiempo, sin agotar los recursos o causar daños irreparables en el ecosistema. Sin embargo, desarrollo sustentable es más usual en Latinoamérica, mientras que en España y ciertas regiones de Europa suele hablarse más bien de desarrollo sostenible, pero ambas van encaminadas a lo mismo.



Imagen 1: Sustentabilidad



---

## Desarrollo Sustentable en el Mundo

El tema del medio ambiente se convirtió en una cuestión de importancia para la Organización de las Naciones Unidas (ONU), llevando a cabo la “1° cumbre de la Tierra” celebrada en Estocolmo Suecia entre el 5 y el 16 de junio de 1972, fue la primer gran conferencia de la ONU sobre cuestiones ambientales internacionales y marco un punto de inflexión en el desarrollo de políticas sobre el medio ambiente.

La conferencia centraba la atención especialmente en la degradación ambiental y la contaminación transfronteriza, refiriéndose especialmente al hecho de que la contaminación no reconoce los límites políticos o geográficos y afecta a los países, regiones y pueblos más allá de su origen.

También se reconoció que los problemas medio ambientales regionales o locales, como la urbanización extensa, la deforestación, la desertificación y escases general de los recursos naturales, se pueden extender hasta el punto de tener graves repercusiones para la seguridad internacional. De este modo el problema ambiental en diferentes partes del mundo desarrolladas o en proceso de vías de desarrollo puede afectar a los intereses políticos, económicos y sociales del mundo.

El 19 de diciembre de 1983 fue creada la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) en virtud de la asamblea general de la ONU, quien se encargará de establecer una comisión que llevará a cabo una serie de reuniones públicas en todo el mundo pidiendo observaciones, declaraciones de científicos y expertos sobre la materia del cuidado del medio ambiente.

Esta comisión presenta en abril de 1987, su primer informe “Nuestro Futuro Común” (mejor conocido como Informe Brundtland) en el cual el mensaje principal es que no puede haber un crecimiento económico sostenido sin un medio ambiente sustentable, en que la protección del medio ambiente se reconozca como el cimiento sobre el que descansa el desarrollo económico y social a largo plazo.



Los objetivos a lograr de este organismo son:

- Examinar los temas críticos de desarrollo y medio ambiente.
- Formular propuestas realistas al respecto.
- Promover nuevas formas de cooperación internacional (incluyendo a individuos, organizaciones, empresas, institutos, gobiernos etc.)

En 1992 se celebró La Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y el Desarrollo en Rio de Janeiro Brasil del 3 al 14 de junio, siendo un acontecimiento histórico ya que hizo del medio ambiente prioridad mundial, reuniendo a 172 gobiernos, incluidos 108 jefes de estado. El objetivo fundamental era tratar de lograr un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las generaciones futuras aplicando el termino de desarrollo sustentable.

Aprobaron grandes acuerdos que habrían de regir la labor futura:

Programa 21: un plan de acción mundial para promover el desarrollo sustentable que contiene más de 2500 recomendaciones para conseguir el equilibrio entre las necesidades económicas y sociales con la explotación de los recursos y el cuidado del medio ambiente.

La declaración de Río: Conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y obligaciones de los estados en materia de medio ambiente y desarrollo.

La siguiente Cumbre de la Tierra se llevó a cabo en Johannesburgo Sudáfrica 2002, fue una cumbre mundial del desarrollo sustentable organizada por la ONU, con la asistencia de más de un centenar de Jefes de Estado y de alrededor de 60 000 personas, incluidos los delegados, los representantes de ONG (Organizaciones No Gubernamentales), los periodistas y las empresas. Fue un escenario para dar rienda suelta a las frustraciones de los países pobres y subdesarrollados por la incapacidad de la comunidad internacional, y especialmente de las grandes potencias, para reaccionar contra el deterioro ecológico y sus múltiples manifestaciones (contaminación, calentamiento global, pérdida de especies, incendios



forestales y otras catástrofes) que amenazan cada día más la supervivencia del hombre sobre la Tierra.

Los principales puntos de acción fueron los siguientes:

- + *Biodiversidad*: El ritmo actual de extinción de especies animales y vegetales deberá ser reducido considerablemente antes del año 2020.
- + *Sustancias químicas*: Los efectos negativos de las sustancias químicas sobre el ser humano y el medio ambiente deberán ser minimizados antes del año 2020.
- + *Recursos Naturales*: La sobreexplotación de los recursos en mares y bosques debe ser frenada *cuanto antes*.
- + *Responsabilidad empresarial*: La responsabilidad social y ecológica es considerada como parte importante e integrante del desarrollo sustentable
- + *Consumo*: Los estados alientan y fomentan un plan de 10 años destinado a modificar modos de producción y consumos responsables de agotamiento de los recursos naturales y de destrucción del medio ambiente.

En el año 2012 se celebró en Rio de Janeiro Brasil “Rio+20 Conferencia de las naciones Unidas sobre el desarrollo sustentable”. Los principales temas a discusión fueron, como construir una economía verde y como mejorar la coordinación internacional para conseguir el desarrollo sustentable.

Una “Economía Verde” se describe como el resultado de mejorar el bienestar humano y la equidad social, reduciendo significativamente los riesgos ambientales. La economía verde tiene por objetivo la búsqueda de alternativas ambiental y sostenibles en todas las áreas de actividad, producción y consumo.

El tema trascendental que hubo en esta conferencia fue nombrado como “El Futuro que queremos” el cual tenía como objetivo asegurar un compromiso político renovado con el desarrollo sustentable, evaluar los progresos realizados hasta el momento y las brechas que aún existen en la aplicación de los resultados de las reuniones clave en el desarrollo sustentable, así como hacer frente a nuevos desafíos.



Los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) se gestaron en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable, celebrada en Río de Janeiro en 2012. El propósito era crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta nuestro mundo.

La Cumbre Sobre el Desarrollo Sustentable celebrada del 25 al 27 de septiembre del 2015 en Nueva York, los estados miembros de la ONU aprobaron la agenda 2030 para el desarrollo sustentable, que incluye un conjunto de 17 objetivos.

Los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) constituyen un compromiso audaz para finalizar lo que se ha iniciado y abordar los problemas más urgentes a los que hoy se enfrenta el mundo. Los 17 Objetivos están interrelacionados, lo que significa que el éxito de uno afecta el de otros. Responder a la amenaza del cambio climático repercute en la forma en que gestionamos nuestros frágiles recursos naturales. Lograr la igualdad de género o mejorar la salud ayuda a erradicar la pobreza; y fomentar la paz y sociedades inclusivas reducirá las desigualdades y contribuirá a que prosperen las economías. En suma, es una oportunidad sin igual en beneficio de la vida de las generaciones futuras.

Los ODS coincidieron con otro acuerdo histórico celebrado en 2015, el Acuerdo de París aprobado en la Conferencia sobre el Cambio Climático (COP21). Junto con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres, firmado en el Japón en marzo de 2015, estos acuerdos proveen un conjunto de normas comunes y metas viables para reducir las emisiones de carbono, gestionar los riesgos del cambio climático y los desastres naturales, y reconstruir después de una crisis.

Los ODS se pusieron en marcha en enero de 2016 y seguirán orientando las políticas y la financiación del Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) durante los próximos 15 años quien está en una posición única para ayudar a implementar los objetivos.

El PNUD presta apoyo a los gobiernos para que integren los ODS en sus planes y políticas nacionales de desarrollo, aunque es necesaria la colaboración del sector



privado, la sociedad civil y los ciudadanos para tratar de llegar a la meta en 2030. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018)

Los Objetivos de desarrollo Sustentable son los siguientes.

1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en el mundo.
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
5. Lograr igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
9. Construir infraestructuras, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
10. Reducir la desigualdad en y entre los países.
11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros y sostenibles.
12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.



14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas a todos los niveles.
17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

(Presidencia de la república, 2015)

## Calentamiento Global

Se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra que se ha detectado en la actualidad, además de su continuo aumento que se proyecta a futuro.

Nadie pone en duda el aumento de la temperatura global, lo que todavía genera controversia es la fuente y razón de este aumento de la temperatura. Aun así, la mayor parte de la comunidad científica asegura que hay más de un 95% de certeza que el aumento se debe al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero resultado de las actividades humanas, incluyendo la deforestación y quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón. Los efectos del calentamiento global alteran los patrones de clima, haciendo más extremos y menos predecibles las temporadas de lluvia, sequía, invierno y verano. Esto resulta en problemas para nosotros: las tormentas y huracanes se hacen más fuertes, las enfermedades transmitidas por insectos se hacen más comunes, puede haber imprevistos costosos en el sector agrícola, vivienda, salud, también las poblaciones con menos acceso a recursos e infraestructura sufren más, y esto contribuye a la inestabilidad social y política.



Estos cambios climáticos también hacen la vida más difícil para las otras especies, reduciendo la biodiversidad y la habilidad de los ecosistemas a sobrevivir. Además, el derrite de las placas de hielo causa que suba el nivel del mar, poniendo en peligro las islas y zonas costeras. Muchos de los lugares amenazados sufren el doble efecto de los huracanes y el incremento del nivel del mar. A pesar del desarrollo de nuevas tecnologías, se predice que el consumo de los productos de petróleo seguirá incrementando en el futuro, empeorando todavía más el problema de calentamiento global.

### **Efecto Invernadero**

Es un fenómeno natural que ocurre en la tierra gracias al cual la temperatura del planeta es compatible con la vida. El proceso es similar al que se da en un invernadero utilizado para el cultivo de plantas, pero a nivel planetario.

Este proceso se inicia con la llegada de la radiación procedente del sol a la superficie terrestre. La mayor parte de la energía recibida es la denominada “de onda corta”. De esta energía, parte es absorbida por la atmosfera como en el caso de la radiación ultravioleta, otra parte es reflejada por las nubes y finalmente la que llega a la superficie del planeta calentándolo. Una vez que esta radiación ha alcanzado y calentado la superficie terrestre, la tierra devuelve la energía en forma “de onda larga” y es reflejada enviándolo de nuevo a la atmosfera.

Determinados tipos de gases atmosféricos, llamados “gases de efecto Invernadero” (GEI), retienen parte de esta energía en el interior del planeta y no dejan que salga al espacio exterior. Es esta radiación que no puede escapar del planeta, la que hace que la temperatura de la superficie se eleve. Cuando este proceso funciona de manera natural, el equilibrio de las temperaturas medio en la superficie del planeta es de 14°C, y gracias a él la vida se hace posible. Si no se produjese este efecto invernadero, la temperatura de la tierra sería menor entorno a los -18°C lo que haría complicado el desarrollo de la vida. (Linea verde, 2018)



Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) a los gases que forman parte de la atmósfera natural y antropogénica (emitidos por la actividad humana), cuya presencia contribuyen al efecto invernadero.

## Gases de Efecto Invernadero

1. *Vapor de agua*: consecuencia de la evaporación. La cantidad de vapor de agua en la atmósfera depende de la temperatura de la superficie del océano. La mayor parte se origina como resultado de la evaporación natural, en la que no se interviene la acción del hombre.
2. *Metano ( $CH_4$ )*: su origen se encuentra en las fermentaciones producidas por bacterias anaerobias especializadas que se encuentran en zonas pantanosas, cultivos como el arroz y en las emisiones desde el tracto intestinal del ganado. También se produce por los escapes de depósitos naturales y conducciones industriales.
3. *Óxido nítrico ( $N_2O$ )*: Gas invernadero que se produce principalmente a través del uso masivo de fertilizantes nitrogenados en la agricultura. También lo producen otras fuentes como las centrales térmicas, tubos de escape de automóviles y motores de aviones, quema de biomasa y fabricación de nailon y ácido nítrico.
4. *Ozono ( $O_3$ )*: Es un gas que existe de forma natural en la atmósfera. En la estratosfera, absorbe la mayoría de los rayos ultravioleta del sol que pueden provocar severas enfermedades de piel, así mismo el ozono de niveles más bajos, próximos a la superficie de la Tierra, se produce principalmente a partir de precursores (óxido nítrico,  $NO_x$ ), en su mayoría procedentes de las emisiones del tráfico y la industria, mediante la reacción de moléculas de carbono y nitrógeno con la luz solar. Aquí el ozono contribuye al llamado “smog” y se considera el tercer gas invernadero más importante tras el dióxido de carbono y el metano.
5. *Dióxido de carbono ( $CO_2$ )*: Principal responsable del efecto invernadero. La concentración en la atmósfera es debido al uso de combustibles fósiles para procesos industriales y medios de transporte. Su emisión procede de todo tipo de procesos de combustión: petróleo, carbón, madera o bien por las erupciones volcánicas.
6. *Los clorofluorocarbonos (CFC)*: Son compuestos químicos artificiales que se encuentran presentes en pequeñas concentraciones en la atmósfera pero que son extremadamente potentes en su efecto



invernadero. Tienen múltiples usos industriales en sistemas de refrigeración, como componentes de aerosoles, producción de aluminio y aislantes eléctricos entre otros

7. *Hidrofluorocarbonados (HCFC)*: Son compuestos sintéticos de gases que han sustituido a los CFCs, al no ser tan nocivos para la capa de ozono. Sin embargo, tienen un potencial similar de efecto invernadero.
8. *Hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ )*: Es otro gas sintético, usado en la producción de aluminio. Tiene un potencial de calentamiento global extremadamente alto, ya que sus moléculas son de muy larga duración y pueden atrapar enormes cantidades de radiaciones solares de onda corta

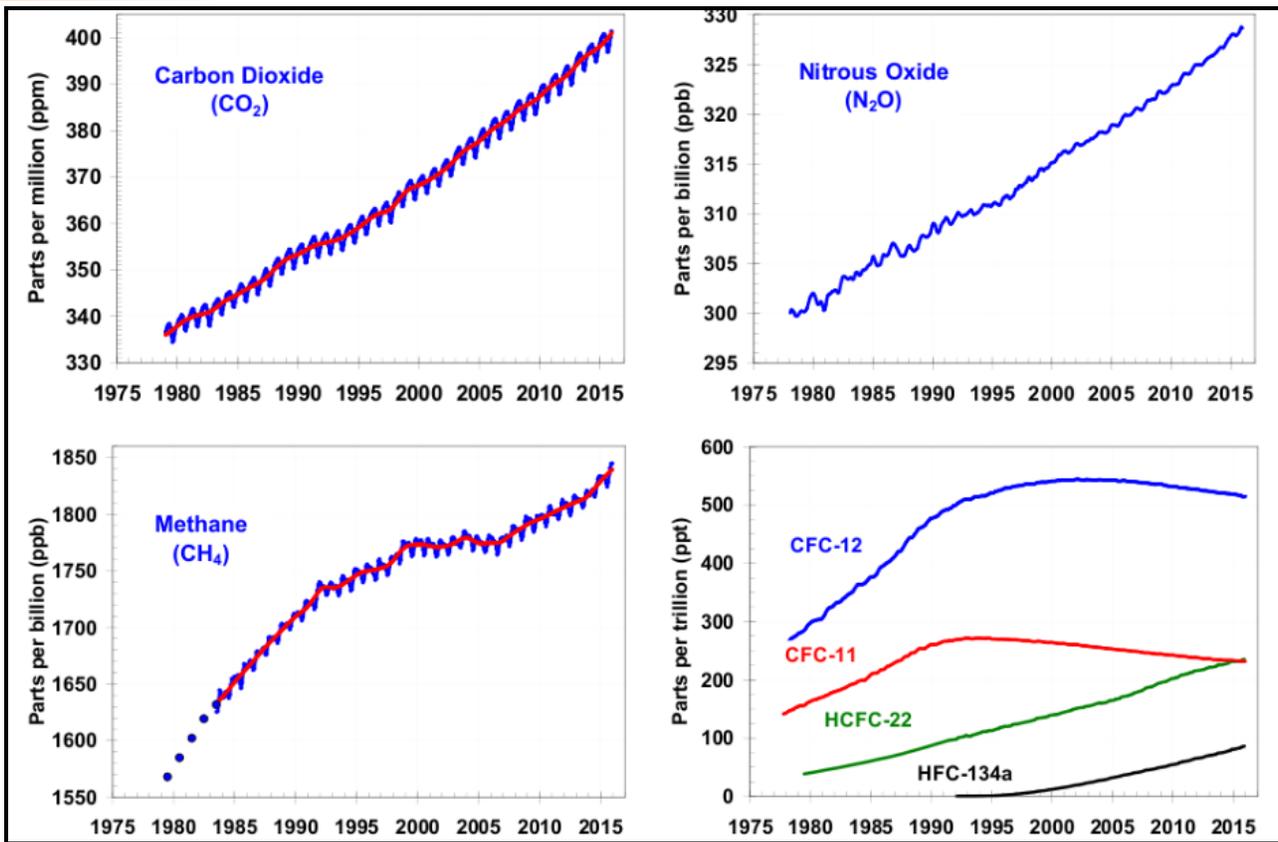


Imagen 2: Principales GEI

Fuente: National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA) 2016

## Vivienda sustentable en el México-Prehispánico

México es uno de los países más privilegiados en el planeta, cuenta con un extenso territorio, albergando una gran variedad de ecosistemas, diversidad biológica y riqueza en recursos naturales renovables y no renovables. De igual manera presenta uno de los litorales más largos y variados, por lo tanto, existe una riqueza en recursos pesqueros y marinos.

Esta riqueza natural contribuye, al mismo tiempo, a una gran diversidad cultural, siendo así uno de los países con mayor cantidad de culturas autóctonas y lenguas propias.



En 5000 años de cultura se considera que las civilizaciones prehispánicas lograron un manejo sustentable de la naturaleza. Su vida y su religión estaban estrechamente relacionadas con los ciclos y procesos de la naturaleza y, por lo tanto, la agricultura y el aprovechamiento de los recursos naturales estaban en armonía.

Una de las culturas emblemáticas sin duda alguna son los Mayas, quienes también fueron los que iniciaron con todo tipo de construcciones para satisfacer sus necesidades siendo amigables con el medio ambiente, un buen ejemplo de esto es “La Casa Maya”.



Imagen 3: Vivienda Maya Vernácula Sustentable

La típica “Casa Maya” es valorizado en la actualidad por sus características en términos bioclimáticos sustentables. Se tratan de viviendas frescas en periodos de calor, cálidas durante el invierno y con condiciones para resistir huracanes. Los registros dan cuenta de una construcción de planta absidal de extremos circulares y 4 horcones con medida de 4 m de ancho por 8 m de largo (medidas variables) y muros de bajareque.



Otra de sus cualidades muy importantes es la rapidez con la que se pueden edificar, este proceso puede llegar a durar de 2 a 4 días máximo. También presenta una muy buena impermeabilidad gracias a su grado de inclinación que tiene sus cubiertas evitando así la acumulación del agua.

Los materiales renovables que se emplean para la construcción de estas viviendas en el sureste mexicano son nativas del lugar donde radicaban los mayas, principalmente se usaban los siguientes:

- ✚ Huano: Especie de palma, sus hojas se usan para cubrir.
- ✚ Estuco: Tierra roja mezclada con zacate.
- ✚ Bejucos o Lianas: Sirven para los amarres de las maderas y dar cuerpo a la estructura.
- ✚ Barro: especie de aplanado natural que se utiliza para el recubrimiento en muros
- ✚ Maderas: Endémicas de la selva para dar cuerpo y rigidez a la estructura.

Además, este tipo de construcción con materiales renovables son elementos esenciales que dan sustentabilidad, porque son garantía de permanencia y desarrollo para las siguientes generaciones, logrando también ser un modelo no costoso que hoy en día se sigue empleando en ciertas localidades del sureste mexicano.

Sin embargo, los Aztecas fueron otra de las grandes culturas emblemáticas que se establecieron en el centro del país hace más de 700 años y que por la gran diversidad de recursos naturales con las que contaba en ese período, lograron obtener un buen aprovechamiento de estos para construir palacios, pirámides, acueductos y viviendas para sus habitantes.



Esta cultura vivía en viviendas diferentes según la clase social, las casas de los nobles eran de piedra cubierta con estuco, en el caso de los campesinos consistía en una sola habitación individual hecha de ladrillos de adobe con techo de paja. Cada casa tenía una especie de baño de vapor llamado temascal el cual su mecanismo era el siguiente, en una pieza se calentaban piedras y luego se les echaba agua, entonces la persona se frotaba el cuerpo con jabón hecho de un árbol llamado Copalxocotl.



Imagen 4: Ruinas de templo mayor (Imperio Azteca).

Las construcciones aztecas tienen cierta similitud con las de los mayas, su arquitectura refleja su habilidad y capacidad productiva.

Cada ciudad contaba con una plaza central de construcciones civiles y religiosas que la rodeaban. Las que se ubicaban fuera del centro de la ciudad eran escuelas, mercados y viviendas. Ellos planearon el centro de la ciudad de manera ordenada, mientras que los límites exteriores estaban hechos al azar. Los aztecas llevaron a cabo construcciones de madera, utilizaban el pino o el roble para la elaboración de vigas como soporte de las habitaciones, además, utilizaron yeso, adobe y cal, a veces adornadas con obsidiana, piedras sueltas y restos de otras construcciones.



Otro tipo de materiales que emplearon para la construcción son los siguientes:

- ✚ Cemento: Mezcla de piedra volcánica molida y lodo para recubrir los edificios.
- ✚ Tepetate: Roca típica del subsuelo utilizada para la cimentación.
- ✚ Adobe: Combinación de arcilla y arena utilizada para diferentes usos constructivos.
- ✚ Tezontle: Endémica de la región lo utilizaban para los basamentos de las futuras edificaciones.

La sustentabilidad que existía entre los pobladores de las diferentes culturas con el medio ambiente en estos períodos prehispánicos, prevalecía gracias a sus métodos de construcción no destructivos y buena organización social, ya que reflejaban el buen uso de los recursos naturales empleándolo a sus beneficios sin tener un gran impacto ambiental. Todo esto se modificó a partir de la conquista española donde causaron una gran crisis demográfica y ambiental, introduciendo animales de carga y labranza desconocidos, enfermedades nuevas, el arado y la minería, logrando así tener un impacto ambiental en la mayor parte de lo que hoy es México.

## Desarrollo Sustentable en México

El desarrollo sustentable en México está estrechamente relacionado con la historia de los recursos naturales, de su extracción y del impacto de estas actividades sobre el medio ambiente. También está vinculada de forma importante con nuestra historia política, social y los efectos sobre los recursos naturales, y sobre nuestra percepción del valor de la Naturaleza y por ende el tipo de manejo que se ha hecho de la misma.

Uno de los principales desafíos que México enfrenta en materia de sustentabilidad es incorporar al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad. Entre los elementos clave de la sustentabilidad está el crecimiento de la población, la cuestión energética, el cambio climático, la carencia de recursos y el manejo de residuos.



Actualmente, el panorama de los despachos de Ingeniería Civil ha cambiado, por lo que al calificar una empresa, los inversionistas no solo se enfocan en datos financieros, sino también en otros factores que están comprometidos en los temas de desarrollo sustentable, por lo que no es extraño considerar que en los próximos años las cuestiones de sustentabilidad y cambio climático serán el nuevo marco competitivo de los negocios y un fuerte indicador financiero que valorará a los despachos, por lo que es esencial estar preparados para asumir este nuevo reto.

Ahora bien, recordando que la ONU implementó la agenda 2030 en donde México es participe de dicha agenda para el desarrollo sostenible, el cual es un plan de acción en favor de las personas, el planeta y la prosperidad. 193 naciones se han propuesto fortalecer la paz, erradicar la pobreza en todas sus formas, combatir las desigualdades, construir sociedades pacíficas, justas e inclusivas, proteger los derechos humanos, promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas, así como garantizar una protección duradera del planeta y sus recursos naturales.

Los ODS plantean los grandes retos de la humanidad para los próximos años y ofrecen un conjunto de indicadores que pueden contribuir y complementar la planificación local. Sin embargo, los municipios deben priorizar dichos objetivos, a partir de su ámbito de competencia y, sobre todo, teniendo en cuenta las particularidades propias de su territorio. La mayoría de los ODS tienen metas directa o indirectamente relacionadas con el trabajo diario de los municipios, por lo que ayudan a las autoridades de los gobiernos municipales a tener una directriz e indicadores con enfoque integral de las diversas dimensiones del desarrollo sostenible.

En estos últimos 10 años, México ha obtenido buenos resultados en la agenda 2030 aunque falta mucho camino por recorrer y objetivos por alcanzar, se ha optado por tratar de ser un país en vías de desarrollo sostenible aplicando un cambio en el cuidado del medio ambiente y en materia de construcción implementando estrategias por parte de algunas dependencias



federales que coadyuvan al mejoramiento de la sustentabilidad en el país. Particularmente en el sector de vivienda, organismos e instituciones gubernamentales tratan de llevar a una mejor calidad de vida a la población integrando la sustentabilidad como parteaguas de sus desarrollos, inhibiendo en mayor parte los problemas de escasez de recursos naturales y ampliando sus criterios a una construcción amigable y de menor impacto ambiental.

### **Organismos e instituciones medioambientales y de vivienda en México**

El primer antecedente en el país data de 1983, cuando se creó la Subsecretaría de Ecología en el seno de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), con lo cual se asignaron nuevas responsabilidades y se reagruparon funciones vinculadas con el medio ambiente que se encontraban dispersas en distintas dependencias federales, fue en 1988 cuando el proceso mundial agitado por el “Informe Brundtland” abre el tránsito hacia la sustentabilidad y de manera particular hace eco en México con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

En 1992, la SEDUE se transformó en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) para propiciar un marco institucional más articulado entre las políticas sociales y ambientales. Poco tiempo después la Subsecretaría de Ecología separó sus funciones de normatividad y las de inspección y verificación, dando origen al Instituto Nacional de Ecología (INE) y a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En el mismo año también se creó la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

En 1994, México da un gran salto institucional con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), lo que fortaleció la gestión gubernamental considerando la conservación ecológica y el uso sustentable de los recursos. En el 2000, la SEMARNAP pasó a ser la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el ámbito de responsabilidad de la pesca fue absorbido por el sector agropecuario. Y a partir de ese momento se han producido diversos cambios en la ingeniería



institucional del sector gubernamental asociado a la gestión ambiental, los cuales buscan responder mejor a las complejas tareas que supone esta actividad. Algunas leyes relevantes que se han promulgado son:

- ✚ La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente (1988, reformas en 2013)
- ✚ Ley General de Vida Silvestre (2000, reformas en 2013)
- ✚ Ley de Aguas Nacionales (1992, reformas en 2013)
- ✚ Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (2007, reformas en 2013)
- ✚ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003, reformas en 2013)
- ✚ Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (2005)
- ✚ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2013, reformas en 2013)
- ✚ Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2001, reformas en 2012)

Además del fortalecimiento que se le ha dado al marco institucional con la creación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en el año 2000 y la Comisión Nacional Forestal en el 2001. Sin embargo, para establecer la prioridad del desarrollo sustentable se requieren cambios institucionales en diferentes planos que permitan operar y concretar con eficiencia las decisiones de política integradas que vayan más allá de las jurisdicciones secretariales, es decir, estos cambios deben implicar a todos los sectores y a los tres órdenes de gobierno.

A continuación, se describirá las funciones fundamentales de cada uno de los organismos que operan en toda la república mexicana, siendo indispensables para que el desarrollo sustentable de México sea el óptimo.



---

*SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)*

Es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental, constituir una política de estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país. A través de una visión que busca que exista un país en el que todos abriguen una profunda y sincera preocupación por cuidar y conservar todo cuanto la naturaleza ha dado a nuestra patria, conciliando el genio humano con el frágil equilibrio de los demás seres vivos y su medio ambiente para alcanzar el desarrollo sustentable. (SEMARNAT, 2018)

De esta manera incorpora en todos los ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de nuestros recursos naturales, conformando así una política ambiental integral e incluyente dentro del marco del desarrollo sustentable.

*COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA)*

Tiene como función administrar y preservar las aguas del país con el objetivo de garantizar el uso sostenible de este recurso natural y sus bienes públicos inherentes. Este organismo desconcentrado de la SEMARNAT fue creado en 1989 con la responsabilidad de administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales a través de tres grandes áreas operativas: gestión, organismos de cuenca y asistencia técnica.

Entre sus atribuciones se encuentran la de promover una gestión integrada y sustentable de este vital líquido en cuencas y acuíferos; consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en su manejo, promover la cultura de su buen uso, así como mejorar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico. Otra de sus tareas es prevenir los riesgos derivados de fenómenos meteorológicos e hidrometeorológicos y atender sus efectos a través del Servicio Meteorológico Nacional, encargado del pronóstico del tiempo. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018)



### *INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)*

Es un organismo público descentralizado que se aboca a enfrentar los retos nacionales y regionales asociados con el manejo del agua y a perfilar nuevos enfoques en materia de investigación y desarrollo tecnológicos para proteger el recurso y asignarlo de manera eficiente y equitativa entre los distintos usuarios.

Los objetivos del Instituto son:

- ✚ Contribuir a la gestión sustentable del agua a través del conocimiento, la tecnología, la formación de recursos humanos y la innovación.
- ✚ Incorporar al sector hídrico en la sociedad del conocimiento.
- ✚ Crear un alto valor agregado para las instituciones del sector hídrico mediante el conocimiento, la creación y adaptación de tecnologías y el suministro de servicios tecnológicos altamente especializados.
- ✚ Impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología del agua, en especial mediante la formación de personal altamente capacitado a nivel especialización y posgrado.

Entre estas competencias destacan las siguientes:

- ✚ Más de 300 especialistas altamente capacitados en la atención de la problemática prioritaria del sector, muchos de ellos con más de 20 años de experiencia.
- ✚ Enfoque integral y multidisciplinario de los problemas del agua, pues sus recursos humanos e infraestructura cubren un amplio espectro de especialidades.
- ✚ Infraestructura de laboratorios, *software* y documental única en México.
- ✚ Ventaja competitiva a partir de las atribuciones que le otorgan el Decreto de Creación y la Ley de Aguas Nacionales.



- ✚ Posibilidades de participar en el establecimiento de las prioridades y metas nacionales del sector y de constituirse en el principal asesor tecnológico de la Comisión Nacional del Agua. (Gobierno Federal, 2018)

### *COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)*

Creada por decreto presidencial el 4 de abril del 2001, es un Organismo Público Descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes, programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable. Asimismo, promover y fortalecer la vinculación entre la académica, el gobierno y el sector productivo, en la atención de necesidades de investigación, desarrollo tecnológico, innovaciones y transferencia de tecnologías para obtener soluciones y mejoras en los procesos de la cadena productiva, en la restauración y conservación forestal e incremento de la productividad forestal de manera sustentable. (Gobierno Federal, 2018)

### *COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP)*

Conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos en Áreas Naturales Protegidas (ANP) y los programas de desarrollo regional sustentable en regiones prioritarias para la conservación, asegurando una adecuada cobertura y representatividad biológica, como zonas para la instrumentación de modelos alternos de organización, en las que se conjuguen las metas de la conservación con las del bienestar social y; a su vez, promover el uso de los ecosistemas, sus bienes y servicios, con criterios de sustentabilidad, involucrando a la población en el diseño, propiedad y operación de actividades productivas. (Gobierno Federal, 2018)



---

*COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD  
(CONABIO)*

Es una comisión intersecretarial, creada en 1992 con carácter de permanente, tiene la misión de promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad. Fue concebida como una organización de investigación aplicada, promotora de investigación básica, que compila y genera información sobre biodiversidad, desarrolla capacidades humanas en el área de informática de la biodiversidad y es fuente pública de información y conocimiento accesible para toda la sociedad.

Es una institución que genera inteligencia sobre nuestro capital natural; sirve de puente entre la academia, el gobierno y la sociedad; promueve que la conservación y manejo de la biodiversidad se base en acciones realizadas por la población local, la cual debe ser un actor central en ese proceso. Entre las funciones principales de la CONABIO están instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), como establece el artículo 80, fracción V del de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para brindar datos, información y asesoría a diversos usuarios así como instrumentar las redes de información nacionales y mundiales sobre biodiversidad; dar cumplimiento a los compromisos internacionales en materia de biodiversidad adquiridos por México que se le asignen, y llevar a cabo acciones orientadas a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de México. (Gobierno Federal, 2018)

*SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y  
ALIMENTACIÓN (SAGARPA)*

Es una Dependencia del Poder Ejecutivo Federal, que tiene entre sus objetivos propiciar el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas de nuestro sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural



a las cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como con las metas y objetivos propuestos, para el sector agropecuario, en el plan nacional de desarrollo.

México cuenta con una sociedad rural que goza de calidad de vida atractiva y con diversidad de oportunidades de desarrollo, así como un sector agroalimentario y pesquero rentable y sustentable que ofrece alimentos accesibles, sanos y de calidad a sus habitantes.

#### *PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE (PROFEPA)*

Es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con autonomía técnica y operativa. Su nacimiento data del 4 de junio de 1992, fecha en la que el Diario Oficial de la Federación publicó el Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social que la crea. La PROFEPA tiene como tarea principal incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y hacer cumplir las leyes en materia ambiental.

Las funciones de PROFEPA son contener la destrucción de nuestros recursos naturales y revertir los procesos de deterioro ambiental, procurar el pleno acceso de la sociedad a la impartición de una justicia ambiental pronta y expedita, lograr la participación decidida, informada y responsable de los miembros de la sociedad y de sus organizaciones, en la vigilancia e inducción del cumplimiento de la ley ambiental fortaleciendo la presencia de la procuraduría y ampliar su cobertura territorial, con criterio federalista. (Gobierno Federal, 2018)

#### *SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO (SEDEMA)*

En el caso particular de la CDMX se encuentra esta secretaría que lleva acabo seis ejes prioritarios para la protección del entorno ambiental y para promover un desarrollo sustentable del medio ambiente urbano, con metas y acciones claras para el aprovechamiento integral y



eficiente del capital natural y una nueva gobernanza ambiental que nos permita invertir, mantener y hacer una buena gestión de nuestros recursos naturales.

Los 6 rubros prioritarios de trabajo de esta dependencia son:

- ✚ Calidad del aire y cambio climático
- ✚ Movilidad sustentable
- ✚ Suelo de conservación y biodiversidad
- ✚ Infraestructura urbana verde
- ✚ Abastecimiento y Calidad del Agua
- ✚ Educación y comunicación ambiental

En general, todas estas dependencias o instituciones se encuentran relacionados a llevar a cabo un desarrollo sustentable para el país, sin embargo, van más enfocados a la gestión de los recursos naturales y cuidado del medio ambiente ayudando en gran parte a la planeación de los nuevos proyectos de ingeniería civil para tener el menor impacto ambiental posible sobre las áreas donde estas se desarrollen. Cabe mencionar que México cuenta con organismos gubernamentales e instituciones que van dirigidas al sector de vivienda ayudando a la población más vulnerable para adquirir viviendas dignas, las cuales se describirán a continuación sus funciones fundamentales.

### *COMISIÓN AMBIENTAL DE LA MEGALÓPOLIS (CAME)*

Es un organismo de coordinación política constituido el 23 de agosto del 2013, mediante un Convenio de Coordinación entre el gobierno federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los gobiernos del Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala, con el objeto de llevar a cabo la planeación y ejecución de acciones en materia de protección al ambiente, de preservación y restauración del equilibrio ecológico en la región que se extiende a las 16 Delegaciones del Distrito Federal, y 224 municipios en total entre el Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala.



CAME diseña, coordina, concreta y cataliza programas y acciones que contribuyan a la protección, restauración y preservación del equilibrio ecológico de la región de la Megalópolis del centro de México trabajando en 4 temas prioritarios; mejoramiento de calidad del aire, combate al cambio climático, gestión integral de los recursos hídricos y conservación y restauración de la biodiversidad.

*INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES  
(INFONAVIT)*

INFONAVIT se funda en 1972, y el 21 de abril de ese mismo año se promulga la ley de Infonavit. El instituto surge con el objetivo de dar cumplimiento al derecho a la vivienda de los trabajadores, el cual fue establecido en la constitución política el 5 de febrero de 1917, desde entonces ha sido el referente nacional en la colocación de soluciones financieras con crédito hipotecario, con una participación del 74% del mercado tradicional (cifras al 2016).

También busca generar valor para las y los trabajadores, sus familias y comunidades a lo largo de su vida laboral, a través de productos financieros que les permitan ahorrar y acceder a soluciones de vivienda que incrementen su patrimonio y mejoren su calidad de vida de forma sostenible.

*SECRETARIA DE DESARROLLO, AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO (SEDATU)*

Es la institución de la administración pública federal cuyo propósito es planificar, coordinar, administrar, generar y ejecutar las políticas públicas de ordenamiento territorial, asegurar una vivienda digna, un desarrollo urbano y rural, así como otorgar certeza jurídica a los núcleos agrarios; buscando mejorar la calidad de la vida de los mexicanos, prevenir los asentamientos en zonas de riesgo y coadyuvar en caso de fenómenos naturales para la atención inmediata.



Promover el ordenamiento y la planeación territorial como articuladores del bienestar de las personas y el uso eficiente del suelo. Incentivar el crecimiento ordenado de los asentamientos humanos, los centros de población y las zonas metropolitanas. Consolidar ciudades compactas, productivas, competitivas, incluyentes y sustentables, que faciliten la movilidad y eleven la calidad de vida de sus habitantes. Fomentar el acceso a la vivienda mediante soluciones habitacionales bien ubicadas, dignas y de acuerdo a estándares de calidad internacional. Fomentar el desarrollo de los núcleos agrarios mediante acciones en materia de certeza jurídica territorial, productividad, suelo, vivienda rural y gobernabilidad. (Gobierno Federal, 2018)

### *COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA (CONAVI)*

Coordina la función de promoción habitacional, es la encargada de aplicar y cuidar que se cumplan los objetivos y metas del gobierno federal en materia de vivienda. Tiene entre sus atribuciones supervisar que las acciones de vivienda se realicen con pleno cuidado del desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable. (Gobierno Federal, 2018)

CONAVI tiene a su cargo promover y concertar con los sectores público, social y privado programas y acciones relacionados con la vivienda y suelo, así como desarrollar, ejecutar y promover esquemas, mecanismos y programas de financiamiento, subsidio y ahorro previo para la vivienda. Su responsabilidad es promover la expedición de normas oficiales mexicanas en materia de vivienda; fomentar y apoyar medidas que promuevan la calidad de la vivienda; propiciar la simplificación de procedimientos y trámites para el desarrollo integrador de proyectos habitacionales, y establecer vínculos institucionales, convenios de asistencia técnica e intercambio de información con organismos nacionales e internacionales.



---

*FONDO DE LA VIVIENDA DEL INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE  
LOS TRABAJADORES DEL ESTADO (FOVISSTE)*

FOVISSSTE, está encargado de otorgar créditos para vivienda a los trabajadores al servicio del estado. Hoy es una institución financiera de competitividad global, con una clara vocación social y un gran sentido de responsabilidad como organismo público, logrando así ser un sistema de financiamiento que permita otorgar créditos accesibles y suficientes a los trabajadores del estado para que adquieran una vivienda digna y decorosa en legítima posesión, así como apoyarlos para generar un retiro sustentable, a través de una eficiente administración de sus aportaciones.

*INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA (INVI)*

En el caso particular de la CDMX El INVI es un organismo público descentralizado de la administración pública de la CDMX, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Fue creado para atender la necesidad de vivienda de la población residente, principalmente la de bajos recursos económicos (vulnerable y en situación de riesgo), a través del otorgamiento de créditos de interés social para vivienda digna y sustentable. Su finalidad es contribuir a la realización del derecho humano básico que significa la vivienda.

Este organismo tiene como propósito: diseñar, establecer, proponer, promover, coordinar, ejecutar y evaluar las políticas y programas de vivienda sustentable, en especial los enfocados a la atención prioritaria a grupos de escasos recursos económicos, vulnerables o que habiten en situación de riesgo, así como al apoyo a la producción social de vivienda en el marco del Programa General de Desarrollo del Distrito Federal y demás ordenamientos normativos relacionados con la vivienda, así como de los programas que se deriven en la materia. (Gobierno Federal, 2018)



---

## Problemática de los Residuos Sólidos Urbanos

La basura es uno de los elementos más importantes en la generación de contaminación ambiental. Su inadecuado manejo puede ocasionar graves problemas de salud pública, plagas o inundaciones. El tratamiento de los residuos sólidos, sin duda alguna representa un reto difícil de atender sobre todo cuando se carece de una cultura del reciclaje y separación de la misma, al igual que de una política clara para determinar el destino de los desechos.

A lo largo de los años, la gestión integral de los residuos sólidos urbanos se ha resuelto enviándolos a rellenos sanitarios: primero a las barrancas de Santa Fe, que fue clausurado en 1994; luego a Prados de la Montaña, el cual fue clausurado en 1997; a Santa Catarina, que se clausuró en el 2001 y al Bordo Poniente, que fue el último relleno sanitario que se clausuró por parte del gobierno federal en el 2011. Ante esta realidad de falta de espacio para seguir depositando la basura y de su nulo tratamiento, las políticas públicas ambientales en la CDMX han tenido que modificarse para tratar que esta gran urbe tenga una dinámica sustentable y se asegure la salud y convivencia de los capitalinos.

Por otro lado, existe la apremiante problemática de resolver el tema de la autonomía de gestión para la Ciudad de México, ya que dependemos de otros estados para depositar la basura que se genera en la capital, lo que ha provocado en diversas ocasiones, con razón o sin ella, que las autoridades de algunas entidades han amagado con la negativa a seguir recibiendo los desechos de la capital.

## Residuos de la Construcción en México

Se calcula que solo el 40% de los Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) se dispone de manera adecuada, lo que el resto causa problemas ambientales y de seguridad para los ciudadanos, de igual manera es un indicador de que en la ciudad no se cuenta con suficientes sitios autorizados de disposición solo hay uno en la delegación Xochimilco, y una



empresa privada en la delegación Iztapalapa, en donde se procesa apenas 3.0% de dichos desechos.

Grupo	Subproducto
Material de Excavación	Material para Relleno.
Concreto	Concreto: Bases Hidráulicas, Concretos Hidráulicos, Adocreos, Adopastos, Bordillos, Postes de Cemento-Arena, Morteros. Asfalto: Carpetas Asfálticas.
Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos	Piedra, Block-Tabique, Tabicones Mortero, Adoquines, Tabicones, Tubos de Albañal, Mamposterías, Tabiques, Ladrillos.
Otros	Yeso, Muro Falso Madera Cerámica Plástico Metales Lámina Vidrios Papel y cartón
RSU	RSU
Residuos Orgánicos Producto de Despalle	Hojas, Ramas, Troncos y Raíces.

Imagen 5: Principales Residuos de la Construcción y Demolición.

Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2016)

La disposición sin separación ni tratamiento, frecuentemente en sitios clandestinos, de una mezcla de material de excavación, restos de ladrillo, azulejos, mortero, concreto, yeso, madera, plásticos, solventes y restos de pintura, metales y otros materiales utilizados en los procesos constructivos de obras, generan un impacto ambiental relevante. A consecuencia del manejo inadecuado de los RCD, principalmente en la disposición final, se han identificado diversos problemas ambientales, de imagen urbana y salud, destacando los siguientes:



- + Obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas.
- + Afectación al drenaje natural.
- + Azolve de las partes bajas e inundación de zonas aledañas en temporada de lluvias.
- + Afectación al medio físico y medio biótico (flora y fauna).
- + Focos de contaminación por mezcla de residuos, incluso peligrosos.
- + Contaminación del suelo y subsuelo e incluso de acuíferos.
- + Afectación de zonas de recarga de agua subterránea. • Impacto visual del entorno.
- + Proliferación de polvo (contaminación del aire) provoca enfermedades respiratorias.
- + Proliferación de fauna nociva.

Los residuos peligrosos que se ocupan en las obras son de competencia federal y por lo tanto no son parte del RCD, no obstante, lo anterior, dada la posibilidad de que en el proceso de demolición o de construcción se tenga presencia de residuos peligrosos, estos deberán ser debidamente identificados y separados y darles el manejo que prevé la ley mediante la contratación de empresas de servicio autorizadas, mismas que pueden ser consultadas en el portal de SEMARNAT. Los siguientes son ejemplos de residuos peligrosos; Aceites, Adhesivos, Asbesto, Barnices, Cobre, Diésel, Gas, Gasolina, Lacas, Materiales plásticos, Petróleo, Pinturas, Plomo, Resinas sintéticas y Soldadura, que en función de sus volúmenes deberá ser motivo de reporte a PROFEPA y de la separación y manejo ya mencionados, para mayor referencia consultar la NOM-052-SEMARNAT2005.

No obstante, hay que recordar que en el proceso de obra se generan RSU por parte del personal de obra que de igual manera podría recuperarse o reciclar para mitigar un impacto ambiental mayor durante el periodo de construcción.



---

## Situación actual del desarrollo de viviendas sustentable en CDMX

Es de reconocer que el gobierno federal ha tratado de coadyuvar en un desarrollo sostenible en gran parte del país, impulsando la construcción de vivienda sustentable como participe de este desarrollo. De igual manera el sector privado en materia de construcción ha hecho su parte en implementar desarrollos inmobiliarios sustentables induciendo a muchas otras empresas a realizar lo mismo para llegar al objetivo común.

Si bien, aún trabajando en conjunto el gobierno federal y el sector privado no ha sido suficiente para ser una capital amigable con el medio ambiente, el desarrollo de vivienda sustentable presenta grandes retos por el desconocimiento por parte de la población en materia de sustentabilidad. Recordando que la CDMX esta sobrepoblada y ya no cuenta con espacios suficientes para satisfacer la demanda de vivienda, sumando que los recursos naturales se están agotando; en esta tesis se dará a conocer el cómo se podrían llevar a cabo mejoras en viviendas existentes o en desarrollos nuevos para lograr una sustentabilidad que ayude a nuestro medio ambiente y a mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta gran urbe.

México en estos últimos 15 años está peleando por estar dentro de los primeros lugares en ser un país que impulsa la sustentabilidad gracias al sistema de calificación para edificios y hogares verdes, **Leadership in Energy & Environmental Design** (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) **L.E.E.D.** creado por el **U.S. Green Building Council U.S.G.B.C.** (Consejo de edificación verde de los Estados Unidos). De la misma manera en México se maneja un Programa de Auditoria Ambiental Sustentable (PASS) Conformado por SEDEMA la cual busca transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental.

En el siguiente capítulo se realizará un análisis sobre estas certificaciones y otras más junto con las eco tecnologías y aprovechamiento de residuos, examinando los alcances que estos pueden tener junto con sus características y propiedades para lograr un eficiente funcionamiento de la vivienda sustentable.



---

## ECO TECNOLOGÍAS

### **Definición de Eco tecnologías**

El término eco tecnología aparece por primera vez en los textos científicos en la década de 1960, acuñado por Howard Thomas Odum, precursor del estudio de los ecosistemas. No hay una definición formal consensuada para el término eco tecnología. Las referencias por lo general están relacionadas con aplicaciones ecológicas como las tecnologías alternativas y dispositivos eficientes. Los autores del libro “La Eco tecnología en México” hicieron una revisión de la literatura disponible y proponen la siguiente definición: *“Dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio ecológico específico”*.

La eco tecnología es una forma de ciencia aplicada que cumple con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas minimizando el impacto ambiental y el daño al medio ambiente, en la que se adoptan principios de diseño centrados en el uso de los patrones y las características observadas en los ecosistemas naturales.

Mediante el aprovechamiento y manipulación de las fuerzas naturales para aprovechar sus efectos beneficiosos, la eco tecnología integra dos campos de estudio: la “ecología de la técnica” y las “técnicas de ecología”, esto requiere una comprensión de las estructuras y procesos de los ecosistemas y las sociedades.

### **Ecotecnías**

Mientras que eco tecnología se refiere a las tecnologías, métodos, procesos, conocimientos científicos, desarrollo de procedimientos productivos y herramientas de gestión y divulgación. Las aplicaciones prácticas, los aparatos, artefactos, y productos eco tecnológicos, se conocen como ecotecnías. Todas las aplicaciones de ingeniería sostenible que puedan reducir el daño a los ecosistemas, adoptar a la ecología como base fundamental y asegurar la



conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible pueden considerarse como ecotecnias.

## Ventajas de las eco tecnologías

El desarrollo sostenible requiere la aplicación de tecnologías respetuosas con el medio ambiente, que sean eficientes y adaptadas a las condiciones locales. Las eco tecnologías permiten mejorar los resultados económicos y reducir al mínimo los daños al medio ambiente a través de:

- ✚ El aumento de la eficiencia en la selección y uso de materiales y fuentes de energía.
- ✚ Control del impacto sobre los ecosistemas.
- ✚ El desarrollo y la mejora permanente de los procesos y productos más limpios.
- ✚ Eco- marketing.
- ✚ La introducción de sistemas de gestión ambiental en los sectores de producción y servicios.
- ✚ Mejoran la salud de las personas.
- ✚ Disminuyen el impacto negativo de la actividad humana sobre el medio ambiente.
- ✚ El desarrollo de actividades para aumentar la conciencia de la necesidad de protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible por el público en general.

Un enfoque ecológico para la ingeniería tiene en cuenta que la naturaleza responde de manera sistemática, continua y acumulativa. La ingeniería ecológica opera dentro del sistema natural en lugar de infringirlo o superarlo. Las soluciones se desarrollan para ser lo más flexibles e indulgentes posibles, evitando así consecuencias drásticas e irreversibles cuando algo va mal. Para apoyar este enfoque, es importante adquirir el conocimiento y la comprensión de la dinámica de los ecosistemas y sus vulnerabilidades particulares. (Ortiz-Moreno, 2014)



## Tipos de Eco tecnologías

Se puede hacer una clasificación de las eco tecnologías y ecotecnías desde distintos enfoques o dimensiones dependiendo de lo que se quiera estudiar. Tomando en cuenta las características particulares de cada tecnología, podemos encontrar en la siguiente tabla los ejes para clasificarlas.

<p>De acuerdo a su ámbito de uso o aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Domestico</li> <li>✚ Comercial</li> <li>✚ Industrial</li> <li>✚ Agrícola</li> </ul>	<p>Tomando en cuenta el recurso cuyo uso se aprovecha u optimiza:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Agua</li> <li>✚ Electricidad</li> <li>✚ Combustible</li> <li>✚ Radiación solar</li> <li>✚ Viento</li> <li>✚ Temperatura</li> </ul>
<p>De acuerdo al beneficio que produce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Económicos</li> <li>✚ Salud</li> <li>✚ Ambientales locales</li> <li>✚ Ambientales globales</li> </ul>	<p>Considerando la necesidad que cubre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Alimentación</li> <li>✚ Agua</li> <li>✚ Vivienda</li> <li>✚ Transporte</li> <li>✚ Energía</li> <li>✚ Manejo de residuos</li> </ul>

Tabla 1: Clasificación de Eco tecnologías

Fuente: La eco tecnología en México, 2014

Recordando que esta tesis va enfocada hacia un desarrollo de vivienda sustentable para población de nivel medio y de escasos recursos. A continuación se desarrollará el análisis pertinente sobre cuáles son las eco tecnologías más optimas a utilizar en la CDMX y zona metropolitana



## Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión se utilizan unos dispositivos denominados celdas solares, que en conjunto forman un panel solar o módulo solar. En una primera gran división las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grupos:

- ✚ Instalaciones interconectadas a la red eléctrica.
- ✚ Instalaciones fuera de red.

La principal diferencia entre un sistema y otro es el banco de baterías. Las instalaciones interconectadas a la red eléctrica no utilizan baterías para almacenar energía, a diferencia de las instalaciones fuera de red en las cuales las baterías son un elemento prácticamente imprescindible.



Imagen 6: Celdas Solares

Fuente: <https://www.foroambiental.com.mx/oo>



---

## *INSTALACIONES INTERCONECTADOS A RED ELÉCTRICA*

Los sistemas interconectados a la red eléctrica están compuestos principalmente por los siguientes elementos:

- + Arreglo de paneles fotovoltaicos.
- + Estructura metálica de soporte.
- + Inversores de corriente.
- + Cableado y accesorios.
- + Medidor bidireccional.

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

1. Los paneles reciben la luz del sol y la transforman directamente en energía eléctrica.
2. Los paneles fotovoltaicos generan electricidad en corriente directa.
3. El inversor transforma la corriente directa en corriente alterna que es la que usan la mayoría de los aparatos.
4. Se cambia el medidor normal por uno bidireccional que registra la energía que entra y sale de la red de CFE.
5. La energía que generan los paneles y no es consumida en la casa se inyecta de regreso a la red de CFE. Este excedente se acumula en una “bolsa de energía” para ser aplicado después.

## *INSTALACIONES FUERA DE RED*

En estas instalaciones la luz solar entra sobre la superficie del arreglo fotovoltaico, donde es convertida en energía eléctrica de corriente directa por las celdas solares, después esta energía es recogida y conducida hasta un controlador de carga con la función de enviar a toda



o parte de esta energía hasta el banco de baterías en donde es almacenada, cuidando que no se excedan los límites de sobrecarga y sobre descarga de las baterías.

La energía almacenada en el banco de baterías se utiliza para abastecer las cargas durante la noche o en días de baja radiación. Si las cargas a alimentar son de corriente directa, estas pueden hacerse a través del arreglo fotovoltaico o desde la batería. Cuando las cargas son de corriente alterna, la energía proveniente del arreglo y de las baterías, limitadas por el controlador, es enviada a un inversor de corriente, en donde es convertida a corriente alterna.

La energía generada por estos sistemas se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda. Es el caso de aplicaciones como la electrificación de viviendas alejadas de la red eléctrica convencional, alumbrado público, bombeo de agua, sistemas de riego, iluminación de invernaderos y granjas, especialización de carreteras, estaciones meteorológicas, etc.



Imagen 7: Instalaciones fuera de red

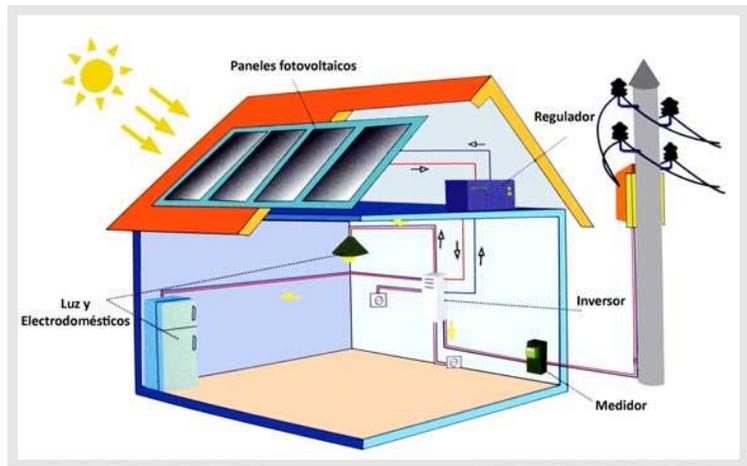


Imagen 8: Instalaciones interconectados a red eléctrica

Fuente: <http://www.ecofiin.net>



---

## PANELES SOLARES

Los paneles o módulos fotovoltaicos se componen de celdas fotovoltaicas que están construidas con un material semiconductor (el más común es el Silicio) que al recibir la radiación solar generan una pequeña diferencia de potencial en sus extremos. El acoplamiento en serie de varias de estas celdas permite la obtención de voltajes mayores en configuraciones muy sencillas y aptas para alimentar pequeños dispositivos electrónicos. A mayor escala, la corriente eléctrica continua que proporcionan los paneles fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna e inyectar en la red.

El parámetro estandarizado para clasificar la potencia de un panel solar se denomina potencia pico, y se refiere a la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo condiciones estándar, que son:

- Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>.
- Temperatura de celda de 25 °C (no temperatura ambiente).

### *RADIACIÓN SOLAR EN CDMX Y ZONA CONURBADA*

En materia de energía solar, México es uno de los cinco países con mayor potencial en el mundo. Se estima que el potencial solar bruto del país es de 5 kWh por cada metro cuadrado al día, lo cual representa alrededor de 50 veces el total de energía eléctrica generada en el país.

México se encuentra en una posición geográfica privilegiada a nivel mundial ya que recibe en promedio una mayor radiación solar que otros países, sin embargo, este gran potencial no es aprovechado todavía; a diferencia de otras naciones como Alemania, que tiene un promedio de radiación de tan sólo 3.2 kWh/m<sup>2</sup> (mucho menor al potencial de radiación que hay en México) y que es uno de los líderes en explotación de energía solar.

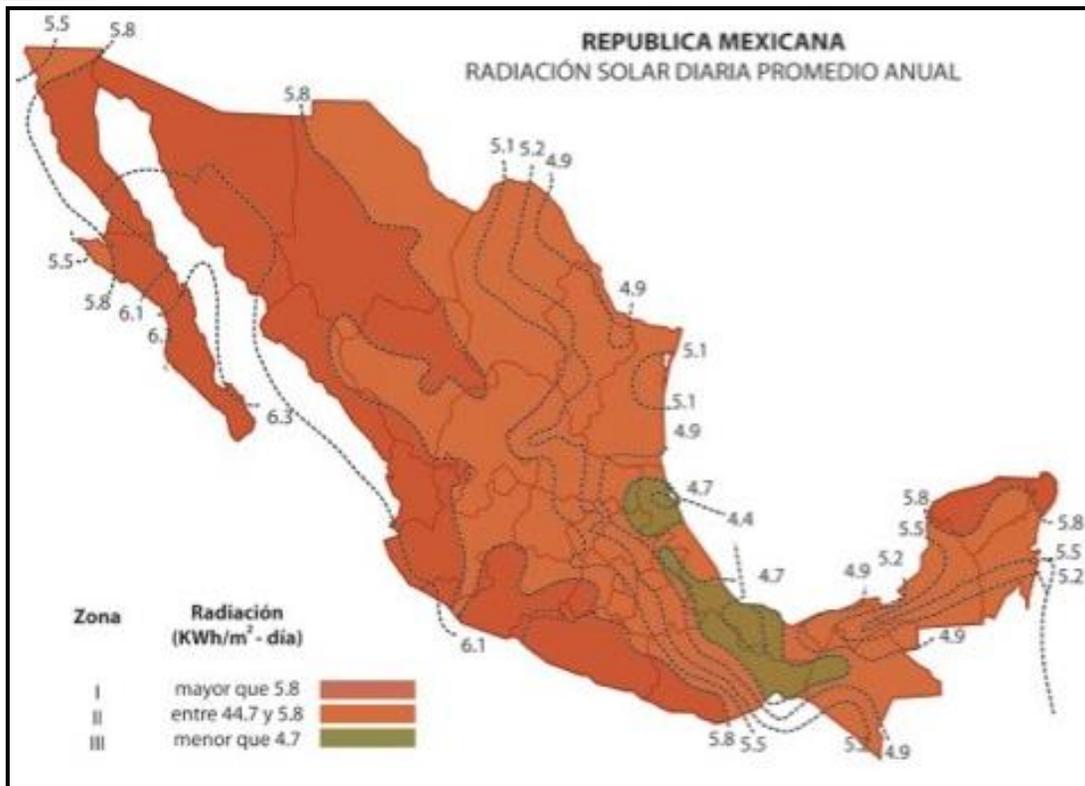


Imagen 9: Radiación Solar Diaria Promedio Anual

Fuente: <http://genc.ii.org.mx/genc/siger/frames.asp?mcontador=21336&url=mapas1%2Ehtm>

La Ciudad de México se encuentra en una latitud que le permite recibir la radiación del sol durante todo el año, aunque se registra una mayor intensidad de radiación solar en los meses de marzo a septiembre, además por su altitud está expuesta a un 20% más de radiación solar con respecto al nivel del mar. El Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la Ciudad de México tiene un programa continuo de monitoreo de los niveles de radiación solar el cual puede ser consultado diariamente por la población.



Imagen 10: Localización de estaciones SIMAT

Fuente: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php>

De acuerdo a sus indicadores es que de las 10 A.M. a 6 P.M. es el horario promedio donde se concentra mayormente la radiación solar entre los meses de marzo a septiembre

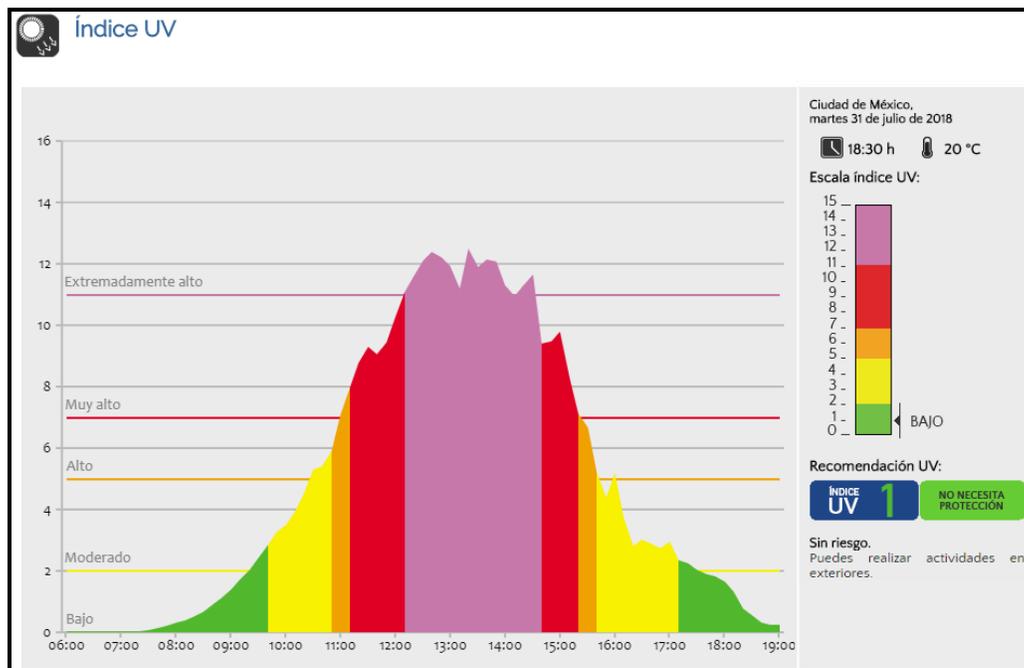


Imagen 11: Grafica de índice UV en CDMX

Fuente: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php>



## VENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR

### *Energía limpia.*

Una de las ventajas más importantes de la energía solar es que no contamina. La generación de energía con recursos no renovables genera millones de toneladas de gases contaminantes y consume muchos otros insumos como el agua. Con el uso de la energía solar se ayuda a reducir estos problemas ambientales.

### *Fuente renovable.*

Dado que la energía solar proviene directamente del sol, podemos considerar que es una fuente de energía inagotable.

### *Ideal para zonas aisladas.*

Los sistemas solares son idóneos para zonas donde no hay tendido eléctrico o es difícil y costoso su traslado.

### *Fácil mantenimiento.*

Los sistemas de paneles solares son de fácil mantenimiento, básicamente se reduce a la limpieza de los módulos fotovoltaicos para que no disminuya su generación por la acumulación de polvo.

### *Excelente inversión.*

Un sistema solar no es un gasto sino una inversión ya que no requiere de ningún combustible para su funcionamiento, sólo luz solar. Además, el valor de la inversión se recupera en mediano o largo plazo con los ahorros generados por el sistema.

### *Sistema expandible.*

Los sistemas solares se pueden adaptar a las necesidades de cada proyecto e ir aumentando de capacidad. Esto significa que en un principio se puede iniciar con un sistema pequeño y en el futuro ir añadiendo paneles al sistema para aumentar su capacidad de producción de energía.



---

+ *Cero ruidos.*

Durante su operación los sistemas solares no generan contaminación por ruido, son muy silenciosos.

### *DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR*

+ *Costos*

Los costos iniciales de instalación de un sistema de energía solar pueden ser altos comparados con otras alternativas, sin embargo, no existen costos posteriores, por lo que la inversión inicial se recupera rápidamente. Para algunas familias los costos iniciales pueden ser un obstáculo importante, por lo que en muchos países existen apoyos gubernamentales y esquemas de financiamiento.

+ *Impacto Visual*

Los grandes proyectos de generación de energía solar a escala comercial pueden requerir grandes cantidades de tierra. Sin embargo, un sistema para una casa habitación no tiene este problema. Si bien puede causar un impacto visual no agradable arquitectónicamente hablando no representa algo más que un buen beneficio para el ahorro.

+ *Impacto Ambiental*

Los paneles se fabrican con materiales que deben tratarse como residuos peligrosos al final de su vida útil (silicio, plomo, entre otros).



---

## Calentador Solar

El calentador solar por termosifón es la manera más práctica y económica de obtener agua caliente para el hogar. La sencillez de su diseño, su durabilidad y la eficacia de su funcionamiento hacen de este el sistema más adecuado para regiones de características climáticas cálidas.

Como ya se mencionó anteriormente México cuenta con gran abundancia y calidad de horas de sol durante todo el año y un muy reducido o nulo riesgo de heladas en la mayoría de las poblaciones. Estas características permiten que este simple y eficaz sistema pueda ser ampliamente usado.

Inicialmente resulta más caro comprar un calentador solar que uno convencional de gas, sin embargo, el calentador solar utiliza la energía gratuita del sol mientras que el calentador convencional utiliza gas de origen fósil que no es gratuito. El gasto acumulado que implica la compra mes a mes de gas llega pronto a igualar al gasto realizado en la compra del calentador solar. Se estima que el período promedio de recuperación del dinero invertido en el calentador solar es de entre 1 y 3 años dependiendo del uso que se haga de él. A ello hemos de añadirle que el precio del gas está en constante aumento, lo que provoca que el tiempo de recuperación se reduzca cada vez más. El porcentaje de sustitución de gas por energía solar para calentar el agua se estima en torno al 80% cuando está correctamente dimensionado, siendo a efectos prácticos con frecuencia sensiblemente superior a esta cifra.

El contar con un calentador solar implica disponer de una mayor independencia energética con respecto a las compañías de gas o de electricidad para calentar el agua, con sus subidas de precios o los posibles problemas de suministro. No menos importante que lo anterior es la implicación ecológica que conlleva el adquirir un calentador solar. Al no utilizar la combustión para el calentamiento del agua, dejamos de liberar una gran cantidad de anhídrido carbónico a la atmósfera y de contribuir al calentamiento global y a la contaminación

atmosférica. Además, se aprovecha un recurso energético muy abundante y gratuito como es el sol.

La función del calentador solar contiene agua en el interior del termo tanque, conforme la radiación solar calienta los tubos de vacío o estos transfieren esta radiación en forma de calor al agua de manera indirecta, formándose el efecto termosifón, donde el agua con mayor temperatura se desplazará a la parte superior del termo tanque y empujará a la fría o de menor temperatura a la parte inferior.

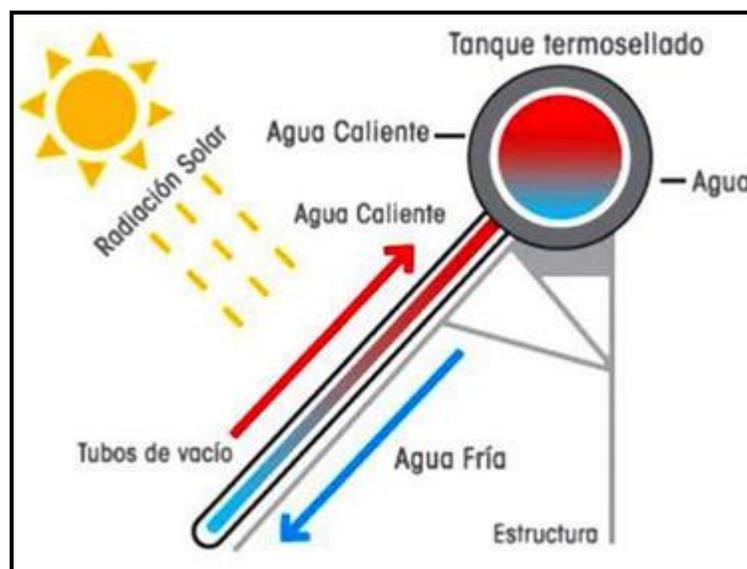


Imagen 12: Funcionamiento de un calentador solar Fuente: <https://www.rstrefrigeracion.com.ar>

### VENTAJAS DE CALENTADOR SOLAR

- ✚ Ahorro inmediato hasta de un 80% del consumo de gas.
- ✚ Retorno de Inversión en un plazo aproximado de 2 años.
- ✚ Reducción en el uso de Energías Fósiles.
- ✚ Hay subsidios de gobierno que apoyan a quienes quieren comenzar a trabajar con energías renovables en el hogar.



- ✚ Tienen una garantía de 5 años por defectos de fábrica y una vida útil que va de 15 a 20 años.
- ✚ Se minimiza la contaminación por transporte de gas Lp en la ciudad.

### *DESVENTAJAS DEL CALENTADOR SOLAR*

- ✚ Se tiene que hacer una inversión inicial en los equipos y la instalación que se recupera en 2 años.
- ✚ Cada 2 años se tiene que reemplazar el filtro que transporta el agua.
- ✚ Durante la noche no hay proceso de generación de Calor por lo que se tiene que mantener el sistema conectado a la Red de Gas.
- ✚ Hay desconfianza en la tecnología por parte de los usuarios como resultado de la mala calidad e instalaciones de algunos proveedores.

## **Energía Eólica**

La energía eólica es aquella que utiliza la fuerza del viento para producir energía eléctrica, mediante aerogeneradores que mueven una turbina, se convierte la energía cinética en mecánica. Esta energía proviene de una fuente renovable, por lo que las emisiones de CO<sub>2</sub> son muy bajas.

México cuenta con un potencial eólico incuestionable. Si bien sólo se ha comenzado a explotar en años recientes, el sector muestra ya un alto dinamismo y competitividad. Prueba de ello son los más de 1,900 MW en operación, en producción independiente y autoabastecimiento, como los más de 5,000 MW en distintos niveles de desarrollo. En producción independiente, proyectos como Oaxaca I-IV y Sureste II muestran que la tecnología eólica es una solución eficaz para proveer de energía a los Suministradores de Servicios Básicos mediante procesos de subastas de largo plazo, a un precio competitivo.



Imagen 13: Parque Eólico La ventosa Oaxaca Fuente: <https://www.amdee.org/mapas/parques-eolicos-mexico-2018>

En autoabastecimiento, la apuesta por la energía eólica de más de 200 empresas de múltiples sectores, incluyendo gran industria, son un claro ejemplo de que esta tecnología deberá continuar siendo una solución competitiva para los Usuarios Calificados en el nuevo esquema. El hecho de que empresas como Grupo Peñoles, Cemex, Bimbo o Walmart, entre muchas otras, opten por esta tecnología para reducir sus costos hoy, y darle mayor certidumbre a los de mañana, es otra muestra del valor que el recurso eólico en México aporta a la economía nacional. México tiene el compromiso de limitar la generación eléctrica por fuentes fósiles al 65% (de un 80% actual) para el año 2024. Lo anterior implica instalar más de 25,000 MW de tecnología limpia en los próximos 10 años.

Para alcanzar esta meta la tecnología eólica juega un rol fundamental, ya que en la mayor parte de los países con metas similares la energía eólica ha sido responsable de alrededor de dos tercios del objetivo total. (Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2018)

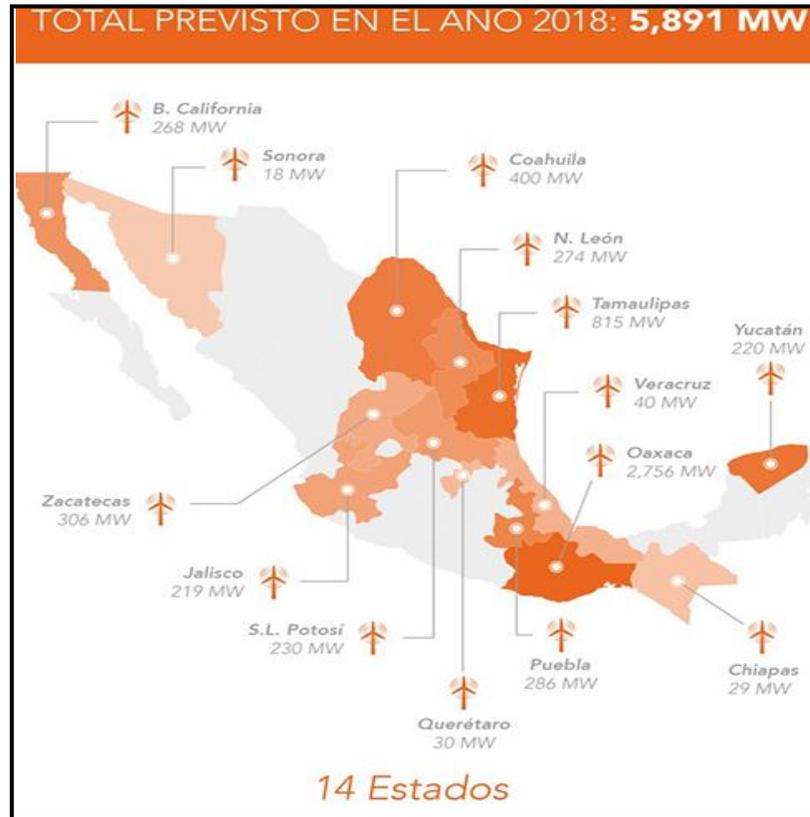


Imagen 14: Parques Eólicos en operación Fuente: <https://www.amdee.org/mapas/parques-eolicos-mexico-2018>

Sin duda alguna queda claro que México puede aprovechar esta fuente de energía limpia en la mayoría del territorio nacional, adquiriendo sus beneficios para el sector industrial o de vivienda, pero existe una gran diferencia entre colocar un Parque Eólico donde hay demasiado espacio para instalar los aerogeneradores de gran escala a colocar un parque en la CDMX y zona conurbada, teniendo en cuenta que ya no hay espacio existente y también se necesita infraestructura para hacer llegar la energía a las viviendas en la gran urbe.

En esta tesis analizaremos que tan viable puede ser tener aerogeneradores en menor escala en las azoteas de nuestras viviendas considerando los registros meteorológicos que nos indiquen si hay corrientes de aire constantes durante el año y si se puede aprovechar este tipo de eco tecnología.



REGISTROS METEOROLÓGICOS EN CDMX Y ZONA CONURBADA

En el portal del gobierno de la CDMX <http://www.aire.cdmx.gob.mx> se puede obtener los registros meteorológicos anuales. En este caso analizaremos el parámetro de velocidad de viento (WSP) correspondiente al año 2018.

Se observa en la gráfica que la mínima registrada de viento fue en la estación ubicada en Miguel Hidalgo con fecha 26/07/18 con una velocidad de 0m/s, mientras que la velocidad más alta fue registrada el 15/02/18 con 14m/s en la estación Xalostoc. Realizando la conversión a km/h obtenemos el siguiente resultado:

$$14 \frac{m}{s} * \frac{3600s}{1h} * \frac{1km}{1000m} = 50.4 \text{ km/h}$$

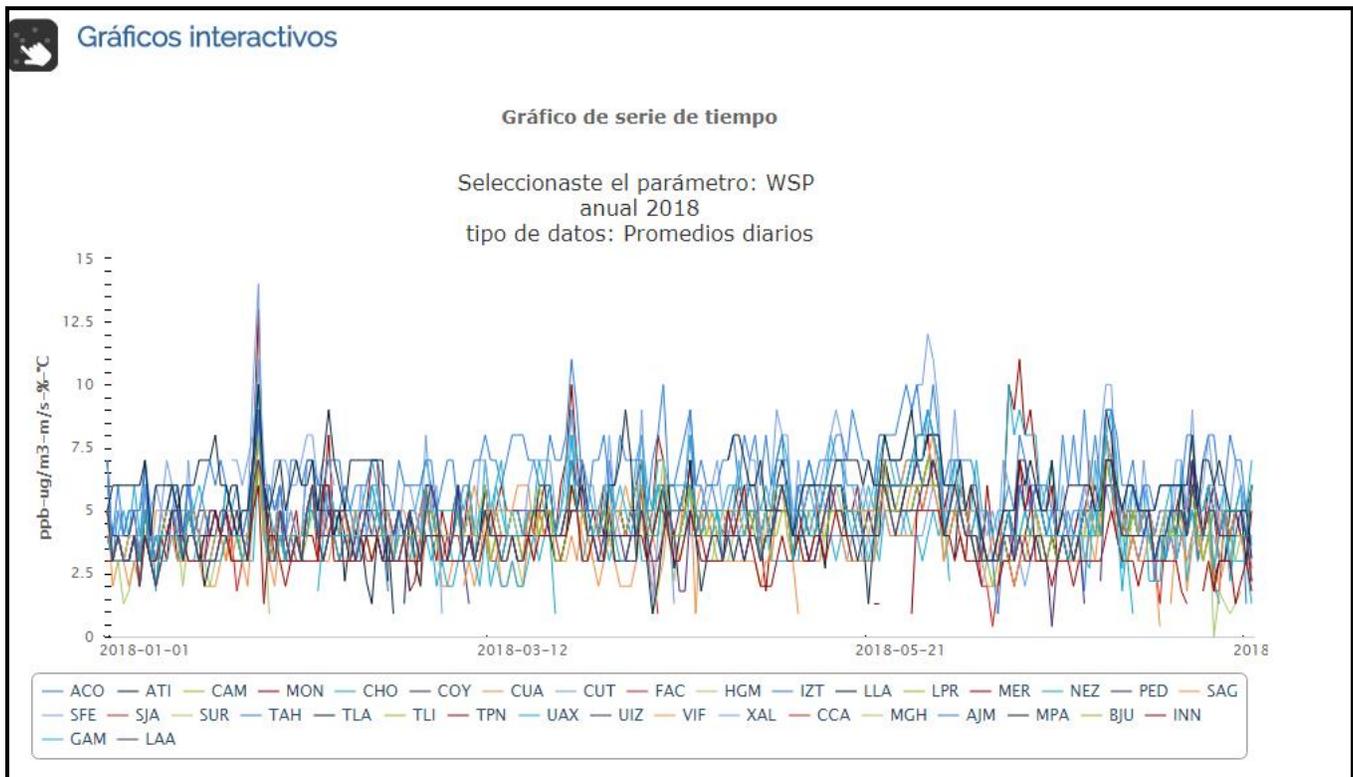


Imagen 15: Grafica de velocidad de viento

Fuente: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27aqBhmQ=%27>



El promedio anual oscila entre los 5 y 7 m/s lo cual equivaldría a la siguiente conversión.

$$5 \frac{m}{s} * \frac{3600s}{1h} * \frac{1km}{1000m} = 18 \text{ km/h}$$

$$7 \frac{m}{s} * \frac{3600s}{1h} * \frac{1km}{1000m} = 25.2 \text{ km/h}$$

### CLASIFICACIÓN DE AEROGENERADORES

Pequeños Aerogeneradores: Hasta 10 KW y a su vez lo podemos dividir en 3 subgrupos dependiendo del tamaño del diámetro del rotor.

- ✚ Micro Aerogeneradores: Son los más pequeños de todos, tendiendo un diámetro hasta de 1.25 m.
- ✚ Mini Aerogeneradores: Con un diámetro de hasta 3m.
- ✚ Aerogeneradores tamaño casero: Con un diámetro de hasta 10m.

Medianos Aerogeneradores: Aquellos que generan de 10 KW hasta 500 KW. Llegan a tener un diámetro de hasta 50 metros.

Grandes Aerogeneradores: Generan de 1.5 a 3 MW, llegan a tener un diámetro hasta del tamaño de una cancha de fútbol (Gipe. 2004).

También se encuentra su clasificación por la orientación del eje de giro del rotor en horizontal o vertical. Los ejes de alta y baja velocidad dependiendo de su orientación determinan si el aerogenerador será de eje vertical u horizontal.

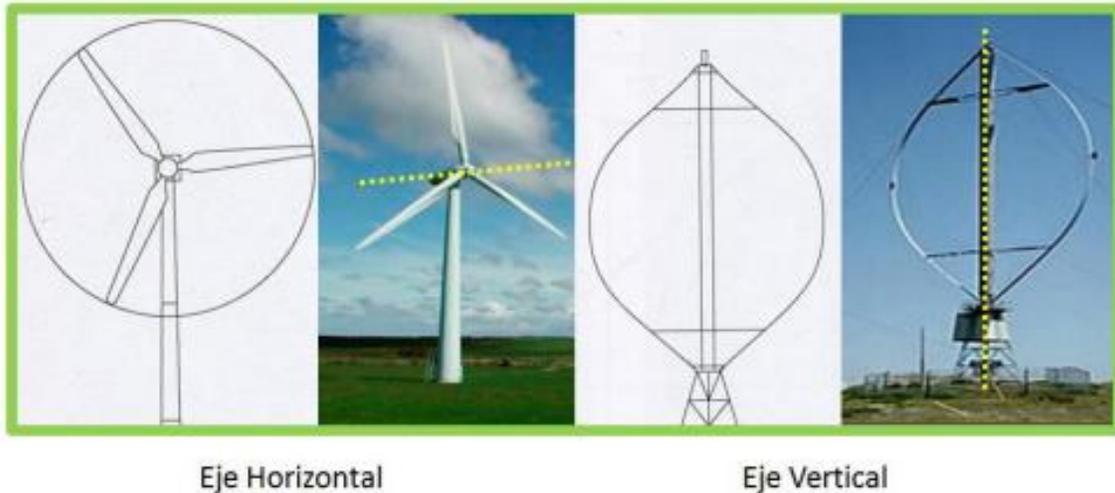


Imagen 16: Clasificación de aerogeneradores

Fuente: <https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores>

Los aerogeneradores domésticos suelen instalarse en los tejados, debido a que, cuanto mayor altura, mayor intensidad de viento. Se recomiendan torres con una altura mínima de 5 a 10 metros. Aunque, por otro lado, una torre muy alta eleva mucho los costos de la instalación.

La zona de instalación debe estar libre de obstáculos porque estos disminuyen el rendimiento. Debemos alejarnos de cada obstáculo entre 7 y 10 veces el diámetro del aerogenerador. Así mismo, habrá que tener en cuenta la aerodinámica de la vivienda donde se va a instalar, pues influirá en la velocidad del viento a su paso.

### VENTAJAS DE LOS AEROGENERADORES DOMÉSTICOS

- ✚ Al estar en las propias viviendas, la generación de electricidad se encuentra muy próxima a los puntos de consumo, disminuyendo así las pérdidas por transporte y distribución.
- ✚ No requieren fuertes vientos para comenzar a aprovechar su energía. El desarrollo de esta tecnología ha conseguido que se pueda comenzar a generar electricidad con velocidades de arranque de 1 m/s.



- ✚ No son necesarias grandes extensiones de terreno. Los aerogeneradores domésticos se pueden ubicar en pequeñas áreas.
- ✚ Pueden ser utilizados en sistemas aislados de la red eléctrica.
- ✚ Los costos de operación y mantenimiento son muy reducidos debido a su sencillez.
- ✚ Su menor tamaño hace que su impacto ambiental sea, también, muy reducido.

#### *DESVENTAJAS DE LOS AEROGENERADORES DOMÉSTICOS*

- ✚ Algunas turbinas de mayor potencia pueden generar ruido, vibraciones y turbulencias.
- ✚ En ambiente urbano, el viento se encuentra ante muchos obstáculos (edificios, árboles, entre otros), lo que se traduce en vientos con altas turbulencias que se transforman en menores rendimientos.
- ✚ No es posible extraer energía eólica en cualquier lugar, por lo que es necesario evaluar el potencial eólico de cada zona y ver si existe recurso eólico suficiente para que valga la pena realizar la instalación. Para instalaciones en ciudad es más complejo determinar este recurso por la variabilidad de las alturas de los obstáculos.



## Sistemas de captación de agua pluvial

México enfrenta una crisis hídrica la sobreexplotación de las fuentes de agua, un mal manejo de los recursos, el crecimiento poblacional descontrolado y el aumento de actividades industriales en centros urbanos ha generado escasez de este recurso natural tan indispensable para la sociedad.

En grandes zonas del país, incluyendo el Valle de México, la situación es crítica. El Banco Mundial y CONAGUA proyectan enormes déficits de agua para el 2030, empeorando gravemente el acceso para millones de personas. Hoy mismo, al menos 250 mil personas en la CDMX ni siquiera tienen conexión a la red. Irónicamente, mientras nuestra ciudad sufre cada vez más escasez, cada año miles de millones de litros de agua de lluvia simplemente van al drenaje o causan inundaciones, siendo que esta agua puede ser utilizada.

Para lograr la sostenibilidad, es necesario un modelo de abastecimiento y uso de agua que esté en una sana relación con los ciclos y disponibilidades naturales. Se requieren soluciones que puedan abastecer de forma más equitativa a la población sin destruir acuíferos, ríos, o los ecosistemas que de ellos dependen. En el valle de México, para lograr un uso de agua racional, ecológico y sustentable es fundamental aprender a aprovechar el mayor y más accesible recurso hídrico de la ciudad que actualmente se desperdicia: La lluvia. (Isla Urbana, 2018)

### *COMPONENTES DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL*

Los componentes de un sistema de captación pluvial son los siguientes:

#### 1. Techo y canaletas:

Pueden variar dependiendo del material con lo que este edificado el techo de la vivienda los cuales pueden ser de concreto o lamina (excepto lamina de asbesto y de cartón).



Deben tener una pendiente mínima del 2% para conducir el agua hacia un canal o bajada que conlleve al depósito de almacenamiento.

## 2. Filtro primario:

La ubicación ideal para el filtro primario es directamente debajo de la canaleta o bajante de agua y lo más cerca posible de la cisterna. Debe ir en una superficie plana y firme. Asegurando tener un lugar cercano donde mandar el agua cuando el sistema esté cerrado (drenaje, patio, jardín o calle). La función que desarrolla es de limpiar la superficie de la azotea con los primeros litros que cae de lluvia, debido a la suciedad que se acumula en los techos antes de la precipitación. Con esto se logra reducir hasta un 75% de contaminación del agua

## 3. Filtro de hojas:

Evita el paso de residuos orgánicos hojas o algún tipo de hierba

## 4. Cisterna:

Existen tres tipos de cisterna que tienen el mismo fin, aunque variable de precio y ajustable al bolsillo de cada quien. Están las cisternas de concreto armado que son las más duraderas mejor calidad y mayor capacidad.

De igual manera y con un mejor precio existen las cisternas roto moldeadas, su única desventaja es que no se recomienda enterrarse debido al riesgo de colapso del suelo al estar el interior vacío.

También existen las cisternas de geo membrana que son mucho más accesibles en precio, pero con un diseño rustico. Este tipo de almacenamiento se ocupa más en zonas rurales.



5. Reductor de turbulencia:

Evita que el agua revuelva sedimentos cuando entra a la cisterna. Es parte importante de la limpieza del agua, permite que la cisterna funcione como sedimentador.

6. Dosificador de cloro:

Mantiene el agua de su cisterna ó tinaco desinfectada.

7. Pichancha flotante:

La pichancha flotante evita que la bomba succione agua del fondo de la cisterna donde se asientan los sedimentos

8. Bomba:

Sistema de bombeo de cisterna a tanque de almacenamiento en la superficie superior de la vivienda para distribución del agua a la vivienda.

9. Filtros:

Filtros de carbón activado: eliminan mal olor, microorganismos y patógenos como virus y bacterias, mejora el sabor y color del agua, retiene una amplia gama de químicos como pueden ser combustibles, bifenilos policlorados, dioxinas y desechos radioactivos. Asimismo, puede eliminar ciertos tipos de metales como plomo, cadmio o mercurio, siempre que los metales pesados se encuentren presentes en pequeñas cantidades.

Iones de plata: Eficaz desinfección del agua y protección contra la re-infección, conservación del agua durante un almacenamiento prolongado. La plata no puede remover partículas del agua, pero puede desinfectarla de manera que microorganismos como bacterias no puedan provocar enfermedades. Las partículas de plata se unen a los organismos e infectan su ADN y otros sistemas vitales, alternando sus funciones y destruyendo a los microorganismos.

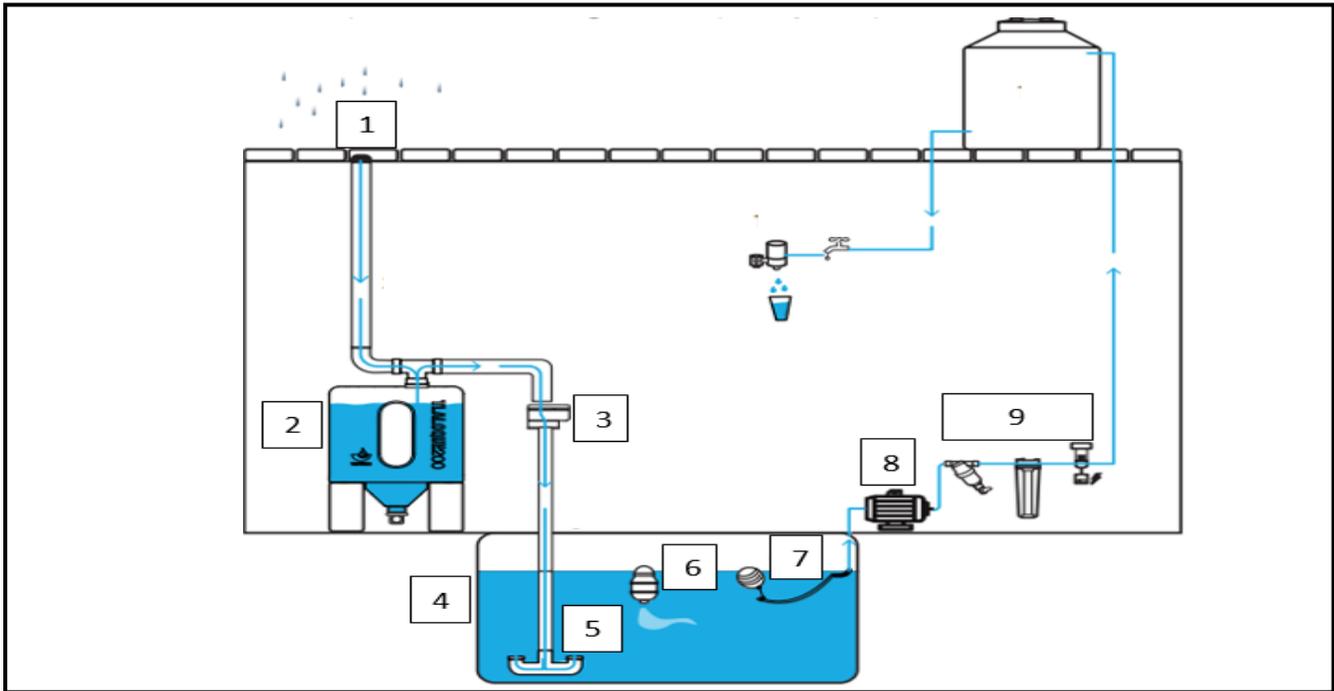


Imagen 17: Diagrama de un sistema de captación de agua pluvial  
Fuente: <https://http://islaurbana.mx/project/manualesyfichastecnicas/>

### ANÁLISIS DE CAPTACIÓN PLUVIAL EN EL VALLE DE MÉXICO

En el portal <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/> de Fundación Cántaro Azul junto con el proyecto Isla Urbana, desarrollaron un programa que está diseñado para asistir en las etapas de planeación y diseño de sistemas de cosecha de lluvia en México. Su objetivo es fungir como soporte en el análisis técnico y de cálculos básicos de estos sistemas. Para iniciar, seleccionaremos una ubicación en el mapa que en este caso será la CDMX de igual manera se puede buscar por el nombre de la localidad o por latitud longitud. Los cálculos de esta herramienta hacen supuestos en cuanto al tipo de almacenamiento, días hábiles, coeficientes de pérdida por escurrimiento y separación de primera lluvia y factores de uso. Los



cálculos toman en consideración promedios de precipitación, por lo que podrías encontrar diferencias significativas entre lo modelado en la herramienta y lo observado en tu edificación durante años extremadamente lluviosos o secos.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) un habitante debe consumir entre 80 y 100 litros diariamente. Ahora bien, se llevará a cabo el análisis con lo mínimo especificado por la OMS. Sin embargo, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) especifica que dota en promedio de agua potable 150 L/hab/día.

Elegiremos como zona de estudio la delegación Iztapalapa quien representa una de las principales delegaciones con mayor escasez de agua. El programa en automático nos indica la precipitación media anual de la zona que elegimos.

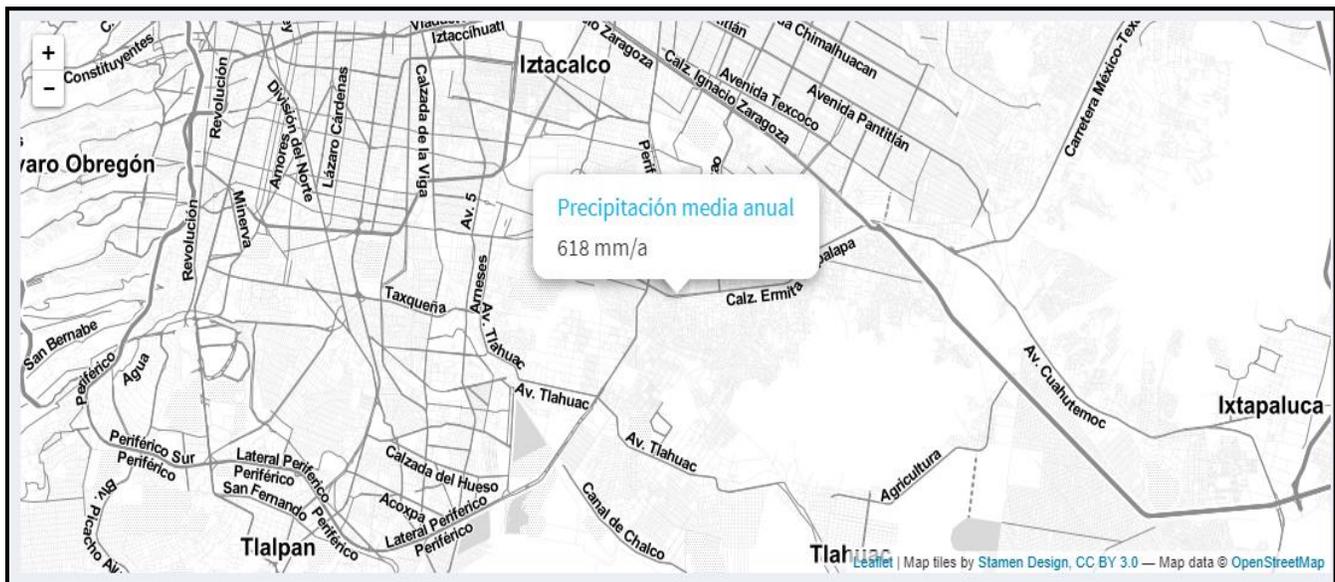


Imagen 18: Zona de estudio Iztapalapa Fuente: <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>

Enseguida se despliega una tabla (Imagen 20), con varios parámetros que se describirán y considerarán para el cálculo del sistema de captación pluvial.



Número de usuarios: Se eligió 4 por hogar a consideración del INEGI ya que establece que la mayoría de las familias en la CDMX está compuesta por un “Hogar Nuclear” o “Familiar” en el cual está conformado por: el jefe(a) y cónyuge; jefe(a) e hijos(as); jefe(a), cónyuge e hijos(as)

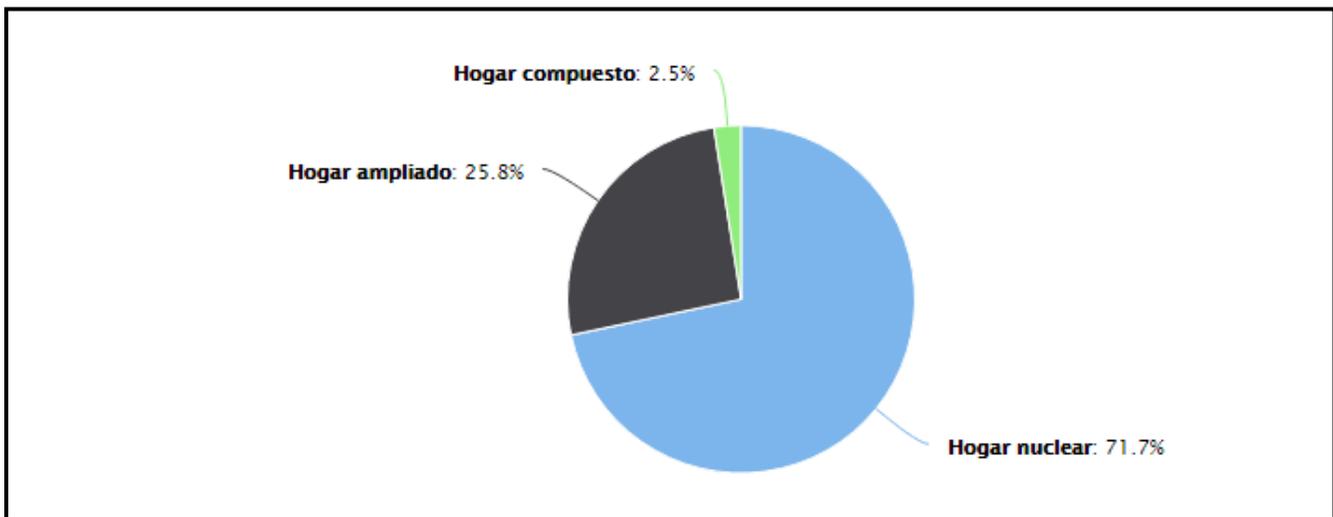


Imagen 19: Comparativa de tipos de hogares en CDMX Fuente: INEGI Encuesta Nacional de los Hogares 2017

Consumo esperado lt/hab/día: Se considera el mínimo establecido por la OMS 80 lt/hab/día.

Calidad requerida: Para consumo humano

Entorno: Urbano

Área m<sup>2</sup> de captación: El reglamento de construcción para el Distrito Federal considera como mínimo 45m<sup>2</sup> para vivienda popular y un máximo de 92m<sup>2</sup> para vivienda de interés medio. Para fines prácticos nos basaremos con una media entre estos dos valores obteniendo el valor de 68.5m<sup>2</sup> el cual lo cerraremos a 70m<sup>2</sup> para captación pluvial.

Tipo de almacenamiento: Plástico roto moldeado.

Volumen de almacenamiento: 2500 litros



Datos de precipitación: Históricos SMN 1961-2000 Los datos de precipitación y los escenarios de cambio climático fueron obtenidos del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. Como datos históricos se utilizaron los datos del Servicio Meteorológico Nacional, procesados y divulgados por la UNAM

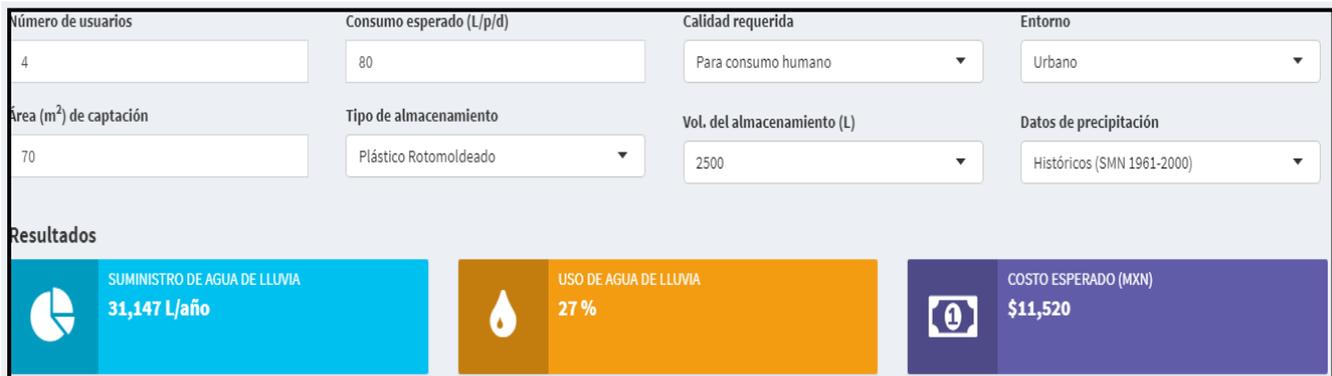


Imagen 20: Resultados del cálculo de aprovechamiento de lluvia Fuente: <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>

Los resultados del programa nos indica que al año se puede captar 31,147 L de lluvia, también nos indica el porcentaje de demanda que puedo abastecer con la captación de lluvia que en este caso fue el 27% y el costo aproximado del sistema que en este caso nos resultó una cantidad de \$11,520 pesos.

El programa de igual manera nos estructura una serie de graficas que explicaremos a continuación.

- ✚ Imagen 21 Precipitación Mensual: Indica la precipitación que caerá durante los meses conforme a registros del SMN
- ✚ Imagen 22 Captura de lluvia: Es el volumen total de agua que entro al sistema es decir la lluvia que cayó en el techo de la edificación.

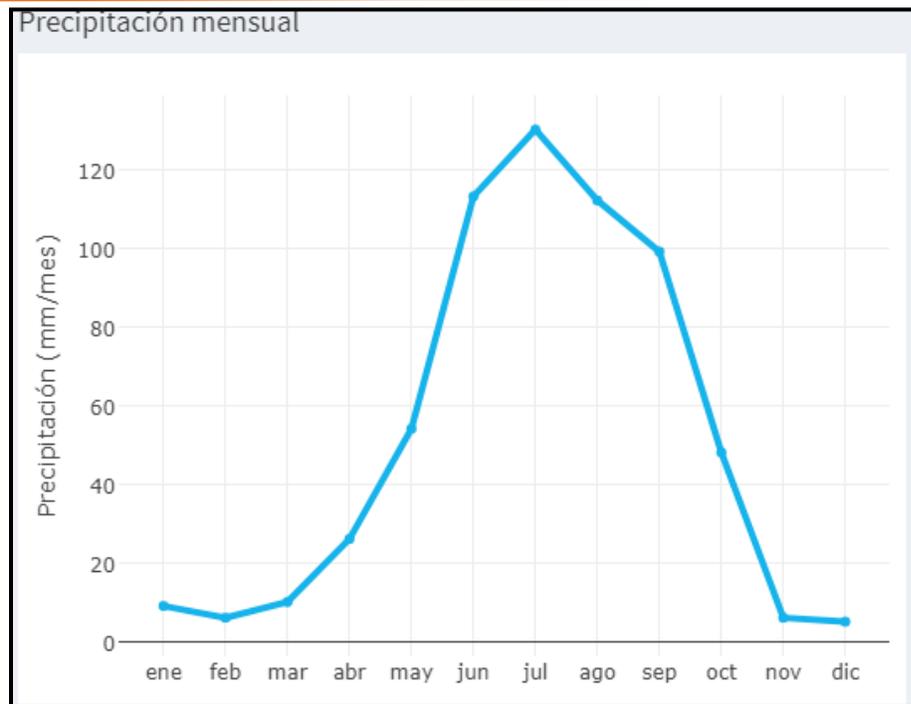


Imagen 21: Grafica de precipitación mensual Fuente: <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>



Imagen 22: Grafica de captura de lluvia Fuente: <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>



- ✚ Imagen 23 Demanda total y satisfecha: Indica el agua que necesitara la vivienda mes con mes y refleja al mismo tiempo el volumen que se abastece mes con mes debido a la captación de lluvia

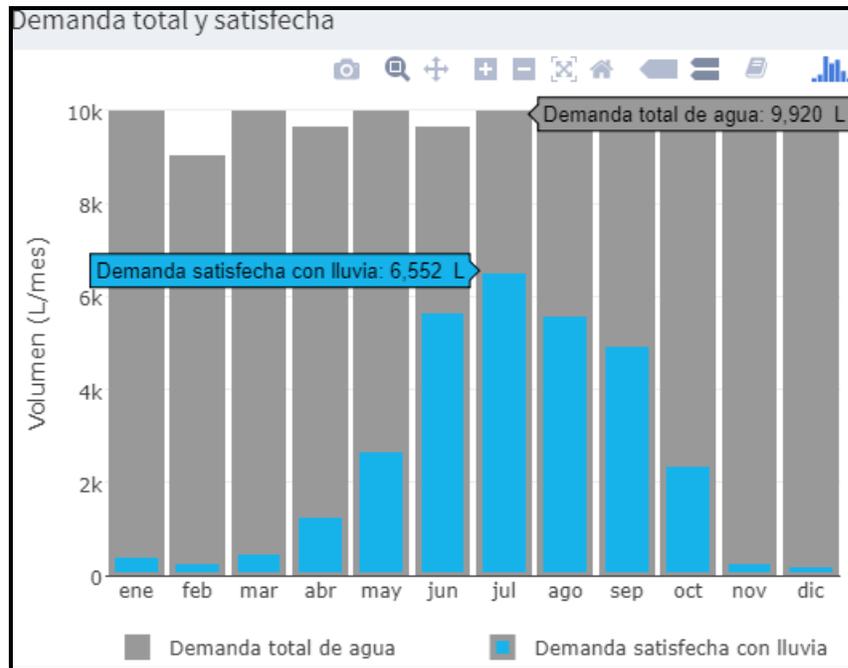


Imagen 23: Grafica de demanda total y satisfecha Fuente: <https://capitalsustentable.shinyapps.io/cantaroazul/>

### VENTAJAS DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL

- ✚ Agua de muy alta calidad que con un buen diseño puedes obtener agua para uso general en el hogar, hasta para beber.
- ✚ Abastecer a una familia durante 5 a 8 meses al año.
- ✚ Se minimiza inundaciones y saturación de drenaje por agua de lluvia.
- ✚ Evitamos hundimiento de la ciudad por la extracción de agua en los mantos acuíferos.
- ✚ Ayuda a recargar los mantos acuíferos.
- ✚ Ahorro considerable en la economía familiar.



### *DESVENTAJAS DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL*

- + Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos,
- + La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

## **Azoteas Verdes**

El acelerado crecimiento de la población a nivel mundial, ha estado ganando las áreas verdes de nuestro planeta, y esto mismo sucede en nuestro país que es considerado entre los países con más altos índices de deforestación a causa de la urbanización. El incremento de la población no solo afecta a la pérdida de las áreas verdes, sino también a la reducción de biodiversidad, pérdida de hábitas, consumo excesivo de recursos naturales y sobre todo a la contaminación del ambiente al requerir mayores servicios.

Una Azotea Verde es una superficie donde se siembran las plantas y estas crecen sobre la azotea de algún edificio o de casas. (Urbieta, 2005) La azotea verde se puede construir con macetas en donde se siembran arbolitos, arbustos, hortalizas y plantas; esto permite ir transformando espacios grises en espacios vivos y armónicos; además de utilizar los productos que se pueden cosechar para nuestra alimentación y salud. Con una azotea verde se puede aprovechar la “tercera dimensión”, esto es los espacios verticales como son: muros, paredes, bardas, techos, y terrazas.

El concepto de azoteas verdes no es nuevo, dos mil seiscientos años Antes de Cristo, los egipcios ponían patios y huertos que integraban a sus construcciones, el ejemplo más representativo son los Jardines Colgantes de Babilonia del siglo, VI AC considerados una de las 7 Maravillas del Mundo Antiguo.



Imagen 24: Representación de los Jardines de Babilonia

Fuente: <http://descubre las maravillas.weebly.com/jardines-colgantes-de-babilonia.html>

La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) encabeza, desde el 2007 el programa “Azotea Verde” que otorga un beneficio fiscal del 10% en la reducción del impuesto predial, a las personas físicas que acrediten ser propietarias de inmuebles destinados a uso habitacional y que instalen voluntariamente un sistema de naturación de azoteas o azotea verde en los techos de sus viviendas.

Siendo un sistema de naturación, el cual deberá cumplir con los requisitos o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad, aplicables a los materiales y procedimientos constructivos que para tal efecto sean utilizados durante el proceso de planeación, instalación y mantenimiento de los sistemas de naturación de conformidad con lo que al efecto establece la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-013-RNAT-2007, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 24 de diciembre de 2008. (SEDEMA, 2018)

### COMPONENTES PARA UNA AZOTEA NATURADA

La estructura de un techo verde, existen principalmente 6 capas principales que lo componen (empezando de arriba hacia abajo):

1. Capa vegetal (compuesta por las plantas, pastos y flores que se sembrarán en la superficie).
2. Material para crecimiento de las plantas (normalmente una mezcla nutritiva de tierra de vivero y otros compuestos orgánicos).
3. Capa o tela de filtración (contiene a la tierra y a las raíces, pero permite el paso del agua para drenar.)
4. Capa de drenado y captación de agua pluvial (compuesta por arenas u otros materiales de grano grande que permiten el paso del agua, pero no otros compuestos sólidos, y la almacenan o canalizan para su uso posterior).
5. Barrera de raíces.
6. Membrana impermeable (detiene el paso de agua y humedades a la parte estructural de la azotea).



Imagen 25: Componentes de un techo verde

Fuente: <http://dearkitectura.blogspot.com/2012/06/que-es-un-techo-verde.html>



---

### *VENTAJAS DE UNA AZOTEA VERDE*

- ✚ Se pueden cultivar alimentos.
- ✚ Regula el clima local, pues ayuda a regular la temperatura interior de las casas, manteniéndolas frescas en verano y bloqueando el frío en invierno.
- ✚ Filtra contaminantes del aire y lluvia.
- ✚ Sirve como una barrera acústica.
- ✚ Se convierte en un ecosistema para aves e insectos polinizadores.
- ✚ Se reduce el consumo y costos de energía eléctrica por refrigeración (reducción del uso de aire acondicionado).
- ✚ Los beneficios económicos de una azotea verde se muestran en el incremento de entre un 15 y un 20% en el valor del inmueble. Garantiza una vida más larga a la estructura del edificio; reduce los costos de energía; capta agua pluvial que puede ser reutilizada para riego; garantiza la impermeabilización hasta por 30 años y aumenta la tasa de retención de los inquilinos gracias al aumento en confort.

### *DESVENTAJAS DE UNA AZOTEA VERDE*

- ✚ Requieren mantención: las plantas, el sustrato y los sistemas de drenaje y filtrado requieren mantenimiento periódico al ser elementos orgánicos propensos a la descomposición.
- ✚ No se pueden instalar en cualquier techo: No todos los edificios o viviendas se pueden adaptar para tener techos verdes.
- ✚ Los costos pueden ser elevados: Requiere de una inversión inicial en materiales e instalación que puede ser costosa, dependiendo del tipo de construcción y las condiciones climáticas del área.



- ✚ Complejidad: Si no se instala correctamente, puede retener agua y dejar pasar las raíces, dañando la estructura.
- ✚ Requieren de una estructura bien calculada: Son pesados y requieren ciertas características estructurales para su instalación.

## Dispositivos Ahorradores

Sin duda alguna otros elementos fundamentales en la ayuda para tener el uso eficiente de nuestros recursos en los hogares, son los dispositivos ahorradores. Si bien en México no son muy considerados por la población, principalmente por su desconocimiento, en esta tesis abarcaremos los más representativos para la implementación de estos en un hogar convencional fomentando la sustentabilidad de la vivienda en la CDMX.

### *DISPOSITIVOS AHORRADORES DE GAS*

La problemática en México de la quema de combustibles péticos no renovables y altamente contaminantes, está presente en la mayoría de las casas de los mexicanos. En nuestro país existen 27,558,152 viviendas (INEGI, 2014) que utilizan gas L.P (El gas licuado del petróleo -GLP- es la mezcla de gases condensables -propano y butano, principalmente- y etano y metano en menor proporción; así mismo, el metano es el componente principal en el gas natural, disuelto en el petróleo). Esta contaminación ocasiona efectos nocivos para la salud del ser humano y las plantas, además de que el usuario está malgastando dinero al estar desperdiciando el gas, por deficiencias técnicas de su instalación.

Para resolver esta problemática se desarrolló un dispositivo aplicable a nivel vivienda y a nivel industrial, el cual hace más eficiente el uso del gas L.P y reduce la emisión de partículas contaminantes que afectan directamente la salud de los usuarios y en forma general la calidad atmosférica de la ciudad.



La combustión del gas si genera gases venenosos, que incluso en altas concentraciones pueden causar la muerte, si no se cuenta con suficiente ventilación en el recinto donde se está consumiendo, asimismo la combustión del gas desprende partículas sin quemar al ambiente en forma de “carboncitos” que al ser analizados en el laboratorio se ha descubierto que tienen asociadas bacterias, que pueden ser aspiradas por las personas y pueden ocasionar diferentes enfermedades.

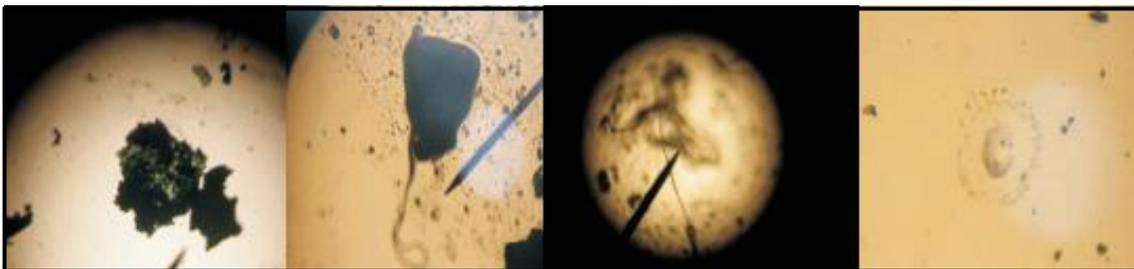


Imagen 26: (de izq a der.) Partícula de carbono contaminante del gas L.P., bacterias asociadas a las partículas de carbono, degradación bacteriana de la partícula de carbono y aceite como producto de la degradación bacteriana de la partícula de carbono.

Fuente: <http://www.duragasahorradore.com.mx/>

Las ventajas del dispositivo ahorrador de gas son las siguientes:

- + Reduce en un 30 a 35% el consumo de gas.
- + Evita el desperdicio.
- + Recupera la presión por la instalación.
- + Mejora la combustión.
- + Retiene impurezas contenidas en el gas.
- + Libre de mantenimiento.
- + Vida útil de 10 años.



Las desventajas del dispositivo ahorrador de gas son las siguientes:

- ✚ Precio entre los \$1,000.00 y \$2,500.00
- ✚ Escaso conocimiento sobre el dispositivo en la población.
- ✚ Pocas empresas dedicadas a la venta e instalación del sistema.

### *DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA*

El dinamismo en las actividades de la Ciudad de México, por ser el centro cultural y uno de los motores económico-industriales del país, ha conducido a un inminente incremento en el consumo de agua en las últimas décadas. En las megalópolis la demanda de agua se concentra en un espacio geográfico limitado, lo que convierte a estas urbes en auténticas esponjas o sumideros de agua. De esta forma, los recursos hídricos cercanos a la ciudad son explotados de forma intensiva, ocasionando problemas ambientales y como consecuencia un alto costo económico, energético y social.

Los dispositivos y productos ahorradores de agua son artículos que en su uso disminuyen el gasto de este recurso. Existen diferentes tipos de productos y dispositivos:

- ✚ Inodoros.

Los inodoros de bajo consumo de agua son los que tecnológicamente se han desarrollado para trabajar con volúmenes de 6 litros o menos de agua, menores a esa cantidad se consideran con grado ecológico. Algunos inodoros en el interior de la caja cuentan con dispositivos o válvulas que regulan la salida del agua. Para considerar a un inodoro como ahorrador, es preciso que cuente con un sistema de retención de descarga, que puede ser de varios tipos:

1) Cisternas con interrupción de la descarga. Disponen de un pulsador único que interrumpe la salida de agua, en unos casos accionándolo dos veces y en otros dejando de pulsarlo.



2) Cisternas con doble pulsador. Permiten dos niveles de descarga de agua, cada uno de los pulsadores descarga un volumen determinado de agua siendo las combinaciones más comunes las de 3 y 6 litros. Si necesita evacuar residuos líquidos puede descargar 3 litros de agua y si son sólidos 6 litros.

3) Mecanismo de descarga para cisternas. Son mecanismos que pueden adaptarse a cualquier cisterna baja y permiten convertir un inodoro en ahorrador. Son de fácil instalación y sustituyen al mecanismo antiguo.

#### ✚ Mingitorios secos.

No utilizan agua ya que su diseño hace que la orina fluya de forma natural hacia el drenaje por medio de la gravedad, sin dejar restos ni olores, su limpieza con un atomizador y papel o trapo, el cambio de cartucho cada 7,000 usos o en la detección de olores, sin costos de agua o instalación hidráulica y sin dispositivos electrónicos.



Imagen 27: Cartucho de mingitorio

Fuente: <https://mingitoriosanitariosecologico.com.mx/accesorios.html>

#### ✚ Fluxómetros.

Los fluxómetros convencionales descargan de 5.5 a 6 litros por descarga mientras en los ecológicos son de 3 a 3.5 litros por accionamiento. Es una válvula automática, que dosifica y controla en una sola operación el agua que requiere el mueble sanitario para hacer su limpieza. La mayoría de los fluxómetros cuentan con un recubrimiento antibacterial en la palanca, mismo que inhibe el desarrollo de bacterias.

Cuando de inodoros se trata, a diferencia de los que funcionan con cisterna, el fluxómetro utiliza una red de agua con una presión superior a la normal, que produce una descarga abundante y de corta duración al ser accionado por el usuario.

En inodoros se utilizan cuando van a tener un uso frecuente, porque evita esperas entre usos, puesto que no hay que rellenar la cisterna. También son más robustos y son útiles contra el vandalismo en lugares públicos. Por contra son muy ruidosos y obligan a redes con tuberías más gruesas.

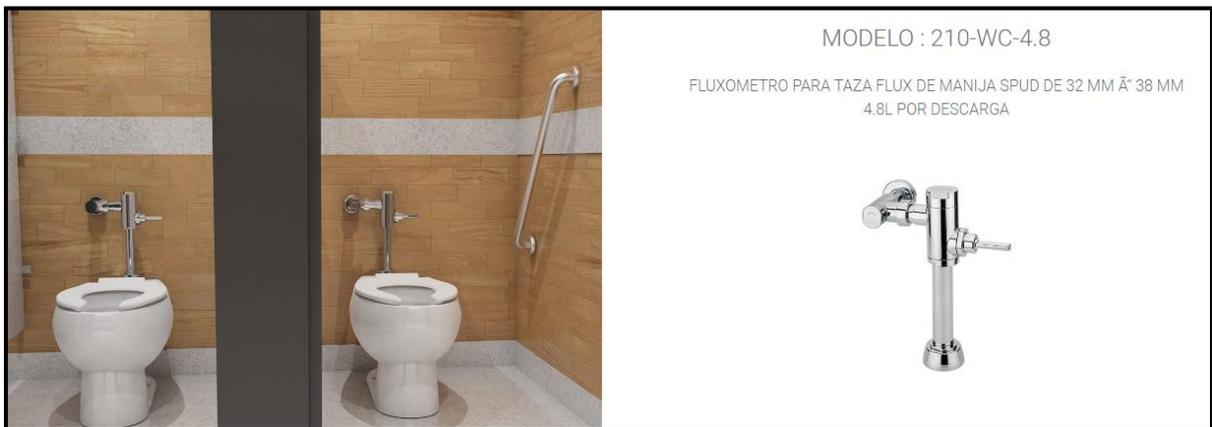


Imagen 28: Fluxómetro

Fuente: <https://www.helvex.com.mx/productos/modelo#210-WC-4.8>

### ✚ Regaderas.

El ahorro de agua de las regaderas eficientes se consigue a través de diferentes mecanismos, que incluyen:

1) Mezcla de aire con agua de manera que el chorro proporciona la misma sensación de mojado, consumiendo aproximadamente la mitad de agua.

2) Reducción del área de difusión. La concentración del chorro de salida consigue en las duchas eficientes un considerable ahorro sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie.



3) La norma NOM-008-CONAGUA-1998 especifica que para las regaderas fijas el límite mínimo es de 4 L/min a presión baja y existen regaderas a presión descarga de 2 a 3.7 L/min y como máximo no excede de los 10 L/min, razón por la cual se le otorgó el grado ecológico. Este caudal garantiza un servicio adecuado y se aleja bastante de los 20 litros que son muy comunes en los cabezales de regaderas tradicionales.

En la CDMX existe varios proveedores de regaderas ahorradoras a precios moderados de diferentes tipos, formas y calidades en beneficio para que la población los adquiera.

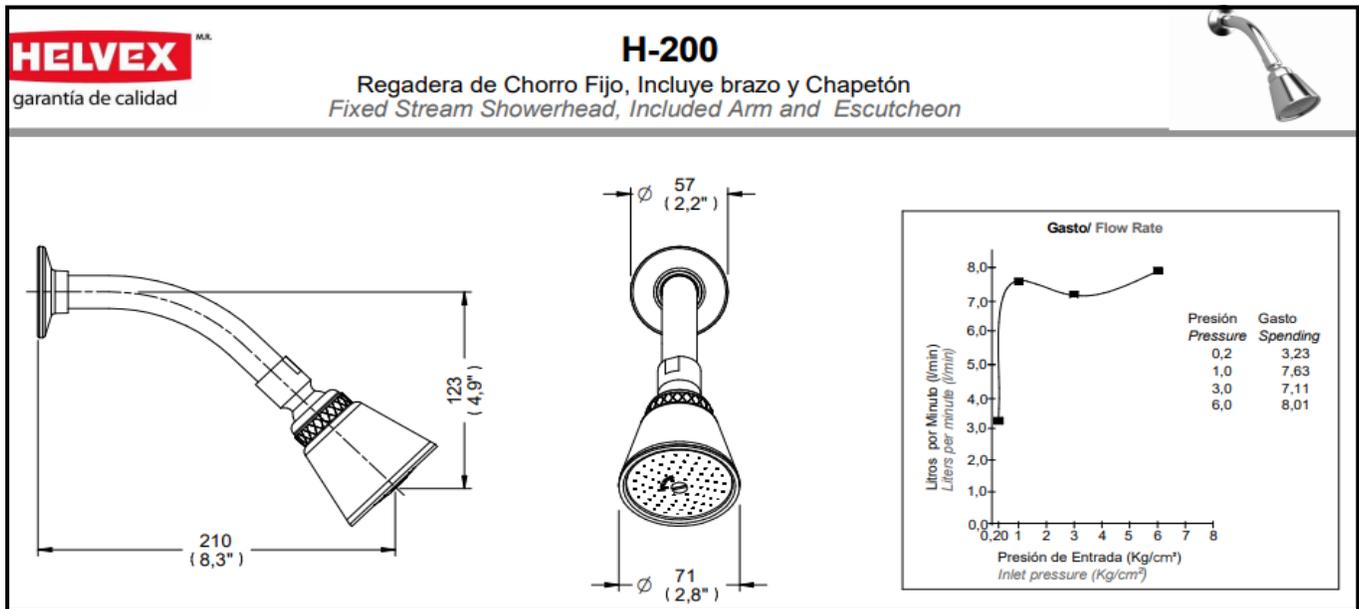


Imagen 29: Modelo ahorrador de regadera.

Fuente: <https://www.helvex.com.mx/productos/modelo#H-200>

### 🔧 Llaves

Llaves mono mando de tipo doméstico y residencial se ha generalizado debido a su sencillez de manejo. La comodidad de manejo en un mismo mando permite regular caudal y temperatura reduciendo el gasto de agua en operaciones tales como el ajuste de la temperatura de agua mezclada.

Regulador de caudal, la función de estos mecanismos es simplemente limitar internamente el paso del agua, de manera que al abrir al máximo el mono mando, no dispongamos del caudal máximo. La apertura se realiza en dos fases con un tope intermedio en el recorrido de la palanca del mono mando. Este se sitúa en una posición que proporciona un caudal suficiente para los usos habituales (entre 6 y 8 L/minuto).

Llave temporizada Las llaves temporizadas son aquellas que se accionan pulsando un botón y dejan salir el agua durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se cierran automáticamente.



Imagen 30: Modelo ahorrador de llave.

Fuente: <http://islaurbana.mx/> Ficha-tecnica-completa-ahorradores.pdf

#### ✚ Reductores o economizadores de flujo.

Las llaves ya existentes se pueden mejorar con opciones sencillas y económicas. Consisten en una variedad de boquillas reguladoras para todo tipo de llaves mezcladoras y regaderas de agua potable. El costo de adquisición es bajo, lo que permite recuperar la inversión en poco tiempo, su instalación es muy sencilla y su mantenimiento mínimo. Cada boquilla instalada, reducirá hasta un 50% el gasto de agua sin disminución aparente de la intensidad de la corriente. Asimismo, el diseño de las boquillas les permite conservar una presión uniforme en todas las salidas, aun cuando varias llaves sean abiertas a la vez en horarios pico o de alta demanda.

Aireador-perlizador Es un dispositivo que mezcla aire con el agua, incluso cuando hay baja presión, de manera que las gotas de agua salen en forma de perlas. Sustituyen a los filtros habituales de las llaves y a pesar de reducir el consumo, el usuario no tiene la sensación de que proporcionen menos agua. Los aireadores-perlizadores permiten ahorrar aproximadamente un 40% de agua y energía en las llaves tradicionales.

#### ✚ Estructura de Perlizador

1. Malla superfina de acero inoxidable (0,25 mm). El agua es filtrada, no dejando pasar partículas mayores de 25 micras, que al rebotar contra la membrana retornan, evitando el embozamiento de la malla.
2. Membrana que origina el efecto Venturi (5, 6, 7 ó 8 L/min). Acelera el agua provocando dos efectos: succión de aire y limpieza del difusor.
3. Difusor-expansor. Difumina el agua facilitando su mezcla con aire.
4. Triple malla abovedada. Tres mallas cóncavas en acero inoxidable, que generan un abundante chorro de burbujas muy agradable al tacto. La malla externa de trama más gruesa, evita la formación de depósitos calcáreos.
5. Canal de succión de aire.

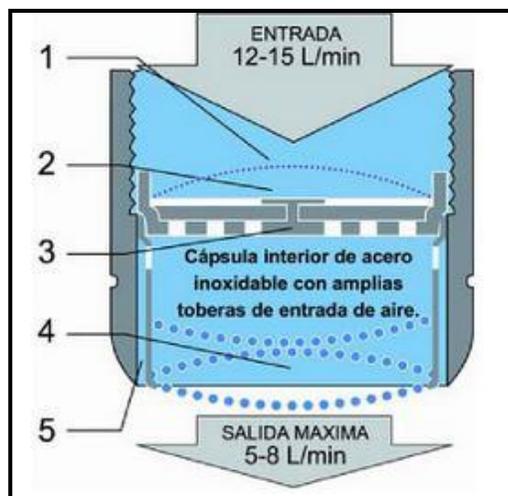


Imagen 31: Estructura de un Perlizador

Fuente: <http://www.latiendadelahorrodeagua.com/blog/es/diferencias-entre-perlizadores-y-aireadores/>



### ✚ Limitador de caudal

Los limitadores de caudal reducen la cantidad total de agua que sale de la llave. Dado su diseño, funcionan correctamente a las presiones de servicio habituales, pero no garantizan que se mantengan en óptimas condiciones de servicio a bajas presiones. Su colocación es muy sencilla, y se comercializan con acabado en roscas de distintos tamaños para su acoplamiento a diferentes llaves. Consiguen un ahorro comprobado de entre 40% y 60%, dependiendo de la presión de la red.



Imagen 32: Regulador de caudal

Fuente: <http://www.valvulasross.es/es/producto/ver/limitador-caudal>

### ✚ Interruptor de caudal.

Los interruptores de caudal se emplean en las duchas para bloquear el paso de agua sin tener que cerrar, y por tanto volver a regular las llaves durante el enjabonado. Es un sistema que resulta útil para los modelos antiguos de doble mando agua fría-agua caliente, que permite ahorros de agua y energía no muy elevados (entre 20% y 30%) y que fundamentalmente mejora el confort del usuario.



---

✚ Otros sistemas

Electrodomésticos (lavavajillas, lavadoras, etc.), aspersores para riego de jardines, hidroneumáticos para aumentar presión, filtros para piscinas. Un dispositivo, no propiamente ahorrador pero que su uso induce al ahorro, es el medidor o contador volumétrico de consumos.

### *DISPOSITIVOS AHORRADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA*

La electricidad es una forma de energía muy utilizada en todos los ámbitos de la sociedad, sin embargo, para muchos es un misterio cómo se genera. De forma resumida se dice que la electricidad proviene de las denominadas centrales de generación, las cuales la obtienen de diferentes fuentes de energía primaria.

Las centrales de generación son instalaciones capaces de obtener energía final, la electricidad, a partir de diferentes tipos de fuentes de energía primaria. Tradicionalmente, este tipo de centrales generan la electricidad a partir de energías no renovables, como el carbón, el gasóleo o el gas natural. Con el avance de las tecnologías y la aparición de una mayor preocupación por el desarrollo sostenible, surgieron otro tipo de centrales de generación basadas en energías renovables.

Si bien no se puede instalar paneles solares o aerogeneradores por ser en algunos casos costosos para la población más marginada en la CDMX, hay dispositivos ahorradores que en su mayoría son más económicos y ayudan considerablemente a mitigar el consumo de energía eléctrica, siendo así una opción viable para el uso eficiente de este recurso tan indispensable en nuestros hogares.

✚ Iluminación tipo LED

Las luces tipo LED (light-Emitting Diodes) son un tipo de iluminación que se caracteriza especialmente por su poco consumo energético. En la actualidad estas luces llegaron para



quedarse entre nosotros siendo una de las posibilidades más sustentables y versátiles del mercado.

A continuación, nombraremos las principales y más importantes ventajas y desventajas de esta tecnología.

### VENTAJAS

- ✚ Menos consumo energético: una lámpara led puede consumir hasta un 50% menos que una lámpara de bajo consumo, haciendo que el gasto de energía sea casi nulo. Gastan también un 80% menos que las halógenas.
- ✚ Larga durabilidad: Las lámparas led puede brindar más de 40.000 hrs de duración.
- ✚ Alto índice de reproducción cromática: Se logra una gran y fiel a la hora de reproducción de los colores. Son muy vívidos.
- ✚ Menor contaminación lumínica: Las luces led al ser ubicadas esparcen su luz de forma direccionada, por lo que su exposición al cielo es mucho menor.
- ✚ Menos contaminantes: No cuenta con mercurio ni otros materiales pesados. Además, No cuentan con radiación infrarroja ni ultravioleta. También al ser más eficientes producen menos CO<sub>2</sub>.
- ✚ Mayor resistencia: Resisten fácilmente los cambios térmicos, las vibraciones, golpes accidentales e incluso las oscilaciones en el flujo de electricidad de un hogar. Esto quiere decir que las luces no se quemarán con facilidad y no habrá filamentos rotos al más mínimo golpe.
- ✚ Gran variedad de diseños y colores: En el mercado se encuentra una gran variedad a la hora de escoger una iluminación de acuerdo a tus necesidades. Desde tiras con luces hasta bombillas de colores.

Fluorescente (bajo consumo)	Led
8W	3W
20W	8W
24W	12W


3.060 horas      40.000 horas



Imagen 33: Comparativa de consumo en eléctrica

Fuente: <http://www.electrontools.com/Home/WP/2017/05/01/ventajas-y-desventajas-de-las-luces-led/>

### DESVENTAJAS

- ✚ Alto costo: estas lámparas se encuentran en el mercado por un precio bastante mayor al de una lámpara convencional.
- ✚ Poca efectividad en zonas amplias: al ser luces de direccionamiento, no siempre son la mejor opción a la hora de iluminar zonas muy grandes ya que las lámparas tradicionales, con su haz de luz disperso en todas las direcciones.
- ✚ Mal rendimiento en altas temperaturas: este es su mayor enemigo, a partir de los 65°C las luces led comienzan a ser poco efectivas o directamente dejarán de funcionar. Tanto las LED como la electrónica del dispositivo deben estar en constante vigilancia. Requiere una elevada dispersión térmica. Si bien las LED no levantan tanta temperatura como las luces convencionales, lo ideal es tener un buen sistema para disipar todo el calor posible para evitar que estas dejen de funcionar antes del tiempo debido.



#### ✚ Sistema de iluminación natural

El sistema de iluminación natural captura luz a través de un domo en el techo y la canaliza hacia abajo a través de un sistema reflectante interno. El tubo cabe entre las vigas y se instala fácilmente sin modificaciones estructurales, destacando el máximo aprovechamiento de la luz natural sin entrada de calor o pérdidas por frío, así como la eliminación de radiaciones UV perjudiciales para la piel o para el mantenimiento de los colores originales.

Se puede introducir la luz natural en casi cualquier sitio, solo hay que tener cuidado con la distancia entre el lugar a iluminar y la cubierta, máximo 12 m aproximadamente dependiendo de los metros cuadrados a iluminar y el tipo de modelo que se quiera instalar.

### VENTAJAS

- ✚ Permite el ahorro de energía eléctrica.
- ✚ Se instala en un promedio de tres horas, sin modificaciones estructurales al techo.
- ✚ Cuenta con 10 años de garantía.
- ✚ No necesita mantenimiento.
- ✚ Mínima transferencia de temperatura exterior.
- ✚ Filtra rayos UV.
- ✚ Total impermeabilización.
- ✚ Nula transferencia de calor al interior de la vivienda o local.
- ✚ Activa el estado de ánimo. Es ideal reducir los síntomas en personas con tendencia a la melancolía.



Imagen 34: Funcionamiento de un sistema de iluminación natural.

Fuente: <https://ecoinventos.com/solatube-luz-natural/>

El ahorro de energía en la iluminación de este sistema salta a la vista, la iluminación durante las horas de sol es gratis y para toda la vida útil de la instalación.



## ✚ Electrodomésticos de bajo consumo

Los electrodomésticos de bajo consumo son aquellos que ante una determinada tarea consumen la menor cantidad de energía posible, ya que la eficiencia energética no es otra cosa que un mayor rendimiento con el menor gasto de energía.

¿Qué es la etiqueta energética? Se trata de una etiqueta que deben incluir todos los electrodomésticos en la que se especifica la cantidad de energía y recursos que dicho electrodoméstico necesita para funcionar o consume al realizar su servicio. Esta etiqueta energética nos permite saber cuánto gastan los electrodomésticos y saber así si son de bajo consumo o no.

Etiqueta energética es nuestro mejor aliado para reconocer los electrodomésticos de bajo consumo. Se trata de un aviso que viene en la gran mayoría de los electrodomésticos, o al menos en los que más energía requieren:

- ✚ Refrigeradores y congeladores
- ✚ Lavadoras
- ✚ Secadoras
- ✚ Lavavajillas
- ✚ Lámparas domésticas
- ✚ Horno eléctrico
- ✚ Aire acondicionado.

La Etiqueta Energética nos indica cuánto consumen de energía estos aparatos. En la etiqueta se indica la categoría de eficiencia del producto de la siguiente forma:

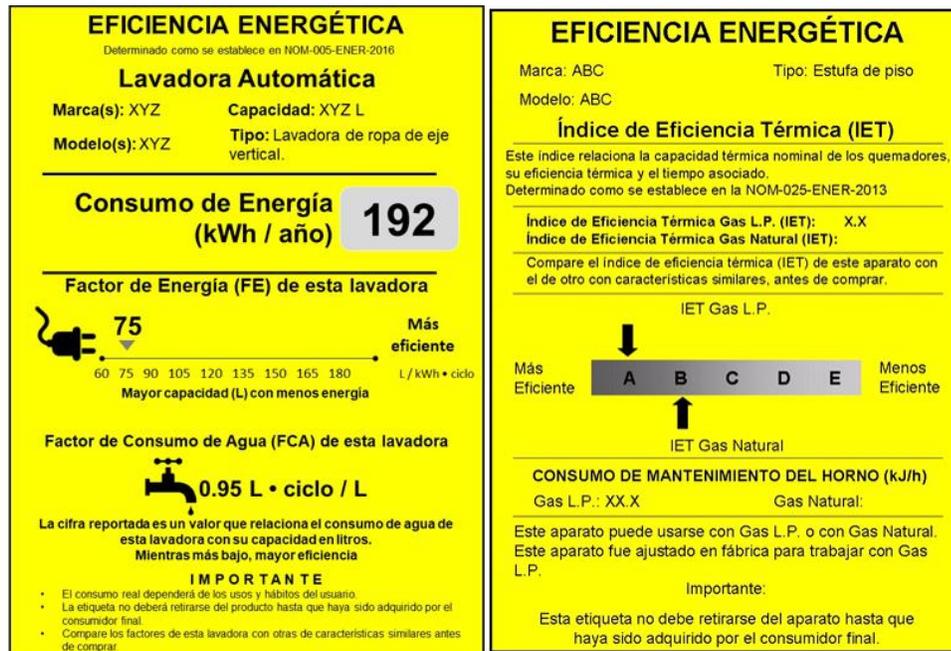


Imagen 35: Ejemplos de etiqueta de eficiencia energética.

Fuente: <https://www.conuee.gob.mx/transparencia/etiquetas/etiquetas.html>

Los electrodomésticos más recomendados, es decir, aquellos que podemos llamar de bajo consumo, son los que tienen la identificación de color verde, correspondiente a la clasificación **A+++**, **A++** o **A+**.

Después estarían aquellos electrodomésticos que no tienen un consumo muy alto, pero tampoco pueden ser considerados de bajo consumo. Suelen ser electrodomésticos con bastante tiempo o de fabricantes menos conocidos. Se catalogan con las letras **A** y **B**.

Por último, se pueden citar aquellos electrodomésticos que tienen un alto consumo. En este caso se catalogan con las letras **C** y **D** y se corresponden con el color rojo en la etiqueta energética.



## APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

El consumo de los recursos para la actividad humana en las ciudades genera una gran cantidad de residuos que la naturaleza no puede digerir. Es así que el manejo de los residuos sólidos, implica acciones de ingeniería para su control, aprovechamiento y disposición final. La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (GRSU) es el conjunto de operaciones que se realizan con ellos desde que se generan en los hogares y servicios hasta la última fase de su tratamiento y disposición. Estas operaciones están orientadas a considerar a los residuos no como desechos sino como materiales con una vida útil según sus características, volumen, procedencia, posibilidades de recuperación y aprovechamiento. (Vasavilbaso, 2015)

Si bien se reconoce que el empleo la tecnología en pro del desarrollo económico ha causado junto con otros factores desequilibrios en el medio ambiente, debe ser igualmente aceptable que ellas con una adecuada consideración del factor político social, la propia tecnología sea capaz de corregirlos a fin de recuperar y garantizar a futuro niveles aceptables de bienestar, eliminando el riesgo de caer en una crisis ambiental irreparable. Ello dependerá en buena parte de lo que se haga en la presente y en las próximas generaciones. Las ciudades, siempre con ingresos limitados requieren además de infraestructura, servicios adecuados que por la atención a otras urgencias presentan un rezago inaceptable, ya que están relacionados con temas ambientales y con la salud de la población. Aunque temas como el costo de la vida y la seguridad son las principales demandas de la población no son menos importantes aspectos relacionados con el medio ambiente y la salud incluyéndose en esto la limpieza de las ciudades. El Banco Mundial estima que, para alcanzar la cobertura adecuada en servicios básicos, atender el crecimiento de la demanda y dar un mantenimiento adecuado a la infraestructura existente, México debe incrementar su inversión en infraestructura a valores entre el 1 y 1.25 del PIB, para duplicar los niveles actuales.



La infraestructura ambiental necesaria para el desarrollo sustentable, constituye un capital económico producido por el ser humano con la finalidad de generar bienes y servicios que la naturaleza por sí misma no puede ofrecer, ya que sustituye o complementa al capital ecológico natural y se convierte en un factor estratégico para la sustentabilidad. (Vasavilbaso, 2015)

El crecimiento en el consumo energético de las ciudades en las últimas cuatro décadas ha sido tres veces superior al crecimiento demográfico. Ello exige bienes y servicios ecológicos que los propios sistemas biofísicos originales ya no son capaces de ofrecer, porque han sido transformados, destruidos o sus capacidades se han rebasado. La falta de una adecuada articulación de los instrumentos de gestión hace que el sistema sea ineficiente; y por lo tanto, la presión que ejercen las ciudades sobre el ambiente, tanto en consumo de recursos como en producción de residuos, resulta insostenible y sus efectos se extienden mucho más allá de sus fronteras provocando entre otros efectos, una huella ecológica. (Vasavilbaso, 2015)

La SEMARNAT trabaja en fomentar la recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con la finalidad reducir la cantidad de residuos que es destinada a los sitios de disposición final y reincorporar parte de estos a la cadena productiva. De esta manera se atenúan los impactos potenciales ocasionadas por una mala disposición de los residuos, entre los que se encuentran la contaminación del suelo, agua y aire.

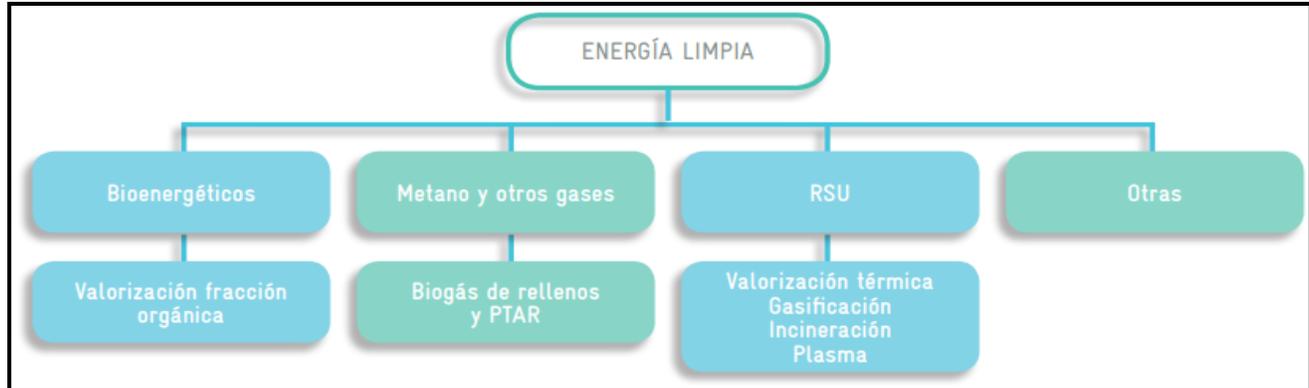


Imagen 36: Energía Limpia.

Fuente: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/aprovechamiento-energetico-de-residuos-urbanos-enres>

Si bien se sabe que se puede aprovechar los residuos para obtener fuentes de energía limpias mediante procesos y tecnologías de primer mundo, para una mejor gestión y reducción de la contaminación que estos generan, en esta tesis se planteará la siguiente pregunta para la realización de su análisis y poder contestar con claridad y fundamentada dicha respuesta.

### ***¿Los residuos se pueden aprovechar para el desarrollo de viviendas?***

Examinando qué tipo de residuos pueden utilizarse como materia prima para la edificación de las viviendas, fomentando las 3 “R” de la ecología (reducir, reutilizar y reciclar), para esto, se explicará en que consiste cada uno.

#### **REDUCIR**

Reducir o simplificar el consumo de los productos directos, o sea, todo aquello que se compra y se consume, ya que esto tiene una relación directa con los desperdicios, a la vez que también la tiene con nuestro bolsillo. Un ejemplo en la ingeniería civil es el reducir el consumo de madera para la cimbra de elementos estructurales con cimbra metálica, la cual es reciclable 100% y tiene más usos que la madera, reduciendo el impacto ambiental en nuestros bosques.



## ✚ REUTILIZAR

Nos estamos refiriendo a poder volver a utilizar las cosas, dándole una vida útil a embalajes o materiales que usamos día a día y darles un uso lo más prolongado posible antes de que llegue la hora de deshacernos de ellos definitivamente, disminuyendo así el volumen de la basura y reduciendo el impacto en el medio ambiente. Un ejemplo, para la construcción de viviendas se puede reutilizar el PET y Neumáticos.

## ✚ RECICLAR

Ésta es una de las R más populares debido a que el sistema de consumo actual ha preferido usar envases de materiales reciclables, pero no biodegradables. Por tanto, se requiere el uso de personal y energía para someter los materiales al proceso necesario para su reutilización. Esto significa que mediante el reciclaje se reduce de forma verdaderamente significativa la utilización de nuevos materiales, y con ello, la generación de basura "nueva", sin embargo, hay que recordar que al reciclar se gasta mucha energía y se contamina al reprocesar los residuos.

Un ejemplo en Ing. Civil es la demolición de edificios o viviendas, los cuales se pueden reciclar el concreto demolido y el acero, obteniendo así materia prima para las nuevas edificaciones con la misma o hasta mejor calidad del material.

## **Residuos aplicables para la construcción**

En los residuos sólidos urbanos que generamos diariamente, podemos encontrar una gran variedad de desechos que podrían reutilizarse y reciclarse para emplearlos en los procesos constructivos de vivienda popular, ayudando a reducir los índices de contaminación y a la economía de la sociedad.



## ✚ PET (Polietileno Tereftalato)

El PET se desarrolló primero para uso de fibras sintéticas por la British Calico Printers en 1941. Los derechos de patente se vendieron entonces a DuPont e Industria Química e Imperial (ICI) que a su vez vendieron los derechos regionales a muchas otras compañías. Aunque originalmente se produjo para fibras, el PET empezó a ser usado como películas para empaquetar a mediados de los años sesenta y en los inicios de los setentas, la técnica para expandir botellas fue creciendo descontroladamente.

Datos de ECOCE (Ecología y Compromiso Empresarial) indican que en México se tiran a la basura alrededor de 20,000 millones de botellas al año siendo así uno de los principales consumidores en el mundo de PET.

El reciclaje del PET es indispensable en pro del medio ambiente sin embargo también se puede reutilizar como material de construcción. A continuación, mencionaremos sus principales características.

### Ventajas

- ✚ Resistencia y rigidez
- ✚ Resistencia a la fluencia
- ✚ Dureza de la superficie
- ✚ Maleable
- ✚ Estabilidad dimensional
- ✚ Buenas propiedades de fricción por deslizamiento y resistencia a la abrasión
- ✚ Buen comportamiento como aislante eléctrico
- ✚ Resistencia a sustancias químicas



La estructura de una casa hecha de PET es igual a la de una casa normal. En esta construcción, lo que cambia es el uso de ladrillos convencionales por ladrillos ecológicos para construir viviendas. Dichos ladrillos son conocidos ya como LadriBotellas y se ha comprobado que, si se llenan de arena, grava o adobe y se comprimen correctamente, son cuatro veces más resistentes que los tabiques de concreto. Además, que el PET (al contrario del ladrillo convencional que es totalmente rígido) es un material flexible lo que hace que las personas tengan mucho más tiempo para salir antes de que la vivienda colapse. Este sistema se desplanta sobre una losa de cimentación reforzada con malla electro soldada. Su estructura se basa en un marco rígido de castillos de armex y trabes. Por último, se coloca una techumbre aligerada. Para los muros utilizamos el PET, de tal forma que el sistema constructivo sea amigable con el medio ambiente.



Imagen 37: Construcción de vivienda con PET relleno de tierra.

Fuente: [https://www.eldiario.es/internacional/jovenes-dedican-construir-PET-sismos\\_0\\_791271179.html](https://www.eldiario.es/internacional/jovenes-dedican-construir-PET-sismos_0_791271179.html)



De igual manera existe el sistema de PET aligerado el cual consiste en una malla de acero tridimensional rellena con botellas de PET vacías. Ésta se repella en ambas caras formando los muros de carga. El panel nos permite hacer viviendas únicamente con aplanado, teniendo una resistencia de 11 toneladas/ml. Esta estructura se utiliza cuando la topografía y mecánica de suelos nos exige una construcción ligera. (VIEM , 2018)



Imagen 38: Construcción de vivienda con PET aligerado.

Fuente: <https://viemmx.org/sistema-de-pet-aligerado/>

## Neumáticos

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados constituye uno de los problemas medioambientales más graves en los últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado (medio barril de petróleo crudo para fabricar el neumático de un camión) y también provoca, si no es convenientemente reciclado, gran contaminación ambiental al formar parte generalmente de vertederos incontrolados.



Los neumáticos que ya cumplieron con su vida útil se pueden convertir en materiales reciclados con distintas aplicaciones: reciclaje, obra civil y valorización energética.

Al año, en México se desechan poco más de 25 millones de llantas y el desecho actual está conformado por un total de 40 millones más, según información de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México. Desde el año 2010, el parque vehicular de la CDMX ha crecido poco más del doble y esto es un claro factor causante de esta problemática, de acuerdo al Reporte Nacional de Movilidad Urbana en 2016.

Sólo el 1% es reciclado “correctamente” en pistas de go karts, cuatrimotos y construcción de diques y señalamientos. Mientras tanto, el 95% de las llantas ‘no recicladas’ termina en vertederos, rellenos sanitarios, ríos, lagos, calles, pueblos lejanos, carreteras y hasta en el mercado negro, uno muy peligroso para la imagen de los fabricantes de neumáticos.

El hule de las llantas, aunado a factores como el sol y el calor, genera un ambiente propicio para incendios forestales y el desarrollo de plagas que producen enfermedades como el zika, chikungunya y dengue. El reciclaje, sin duda alguna es buena opción para los neumáticos, estos también pueden reutilizarse para la Ing. Civil en el proceso de construcción de vivienda sustentable.

Este tipo de construcción sustentable es óptima para tipo de suelos duros y no arcillosos, ya que el peso que implica al rellenar las llantas con material de la región incrementa hasta el doble del peso normal de un neumático, obteniendo una mayor rigidez y estabilidad de la estructura.



Imagen 39: Construcción de vivienda con PET aligerado.

Fuente: <http://www.traslasierra.com/Casa-Construida-con-Neumaticos>

Este sistema de construcción sin duda alguna también es anti sismo, ya que el caucho tiene un grado de flexibilidad que ante un movimiento puede comportarse favorablemente ante esta situación. Se debe también repellar y aplanar con mortero ecológico (arcilla, cal, arena, paja barro etc.) en ambas caras para obtener un mejor acabado. Otra de las grandes ventajas, es un eficaz aislante acústico y aislante térmico.

Asimismo, el caucho no solo se puede utilizar de manera circular, si no que se puede cortar para colocarlo en tiras de forma vertical, es un material maleable a la forma que el constructor lo requiera.



Imagen 40: Construcción de vivienda con neumáticos Fuente: <http://www.traslasierra.com/Casa-Construida-con-Neumaticos>



## Botellas de vidrio

El reciclaje de vidrio es fundamental en México, así contribuimos al cuidado de nuestro medio ambiente, ya que éste puede ser reutilizado de manera infinita y reducimos el consumo energético en un 32 por ciento comparado contra la fundición de materia prima, además evita que los rellenos sanitarios se saturen. Al reciclar, disminuimos el consumo de materia prima, alargamos la vida útil de los espacios físicos utilizados para el confinamiento de los desechos sólidos e incrementamos la eficiencia, al utilizar menos energía en los hornos para la elaboración de las botellas, reducir costos y emitir menos gases a la atmósfera, mejorando la calidad del aire.

El vidrio puede implementarse como materia prima para la construcción de vivienda sustentable, aunque hay desconfianza por parte de la población en cuestión de resistencia ya que una de las características principales del vidrio es que es frágil o quebradizo en algunas de sus presentaciones, pero se ha demostrado que se puede edificar sin problema alguno utilizando este residuo reciclable.

Otra de las características del vidrio, es su claridad o transparencia logrando el paso de la luz natural durante el día, mitigando el consumo eléctrico en iluminación del inmueble.



Imagen 40: Construcción de vivienda con botellas de vidrio

Fuente: <https://arquitecturaideal.com/esta-casa-esta-construida-con-miles-de-botellas-de-vidrio/>



Una de las posibles desventajas críticas probablemente es que por ser un material frágil durante un sismo en la CDMX o Zona Metropolitana los muros hechos con este material pueden sufrir agrietamientos considerables.

### **Papel-Cartón**

Es de conocimiento de todos que la presencia de árboles en los alrededores y dentro de las grandes ciudades es vital y trae grandes beneficios como refrescar y filtrar el aire que respiramos, nos ayudan a mitigar el cambio climático, evitando así el uso innecesario de calefacción y aire acondicionado, nos proveen de alimento, incrementan la bio diversidad y crean economías verdes.

Se consumen cada año en México 10.6 millones de toneladas de papel (Camara de Papel 2017) para fabricar empaques de diversos tipos, tales como cajas corrugadas, sacos multicapas, papel kraft, tubo de papel y cartón plegadizo. Hoy en día existe un plan estratégico que establece dejar de utilizar árboles y sustituirlos por residuos sólidos urbanos (fibra para reciclar), para obtener papel y productos de papel. El papel se fabrica con las fibras de celulosa que hay en la madera, cuando esa fibra se utiliza por primera vez se llama fibra virgen y cuando a través del reciclaje la recuperamos y la volvemos a utilizar como materia prima para fabricación de papel la llamamos fibra reciclada, pero en realidad se trata de la misma fibra en momentos diferentes de su ciclo de vida.

Este material de igual manera puede ocuparse para realizar viviendas emergentes o definitivas, tal es el caso del Arq. Shigeru Ban famoso por realizar viviendas provisionales y definitivas con papel y cartón.



Imagen 41: Casas de Tubos de Cartón - Kobe, Japón, 1995

Fuente: <https://www.archdaily.mx/mx/02-346388/la-obra-social-y-caritativa-del-premio-pritzker-2014-shigeru-ban>

En la CDMX la mayor parte del año es época de lluvias, considerando esto, ¿realmente este tipo de vivienda sería viable para una ciudad agobiada por torrenciales precipitaciones?

La respuesta es Sí. No solo es levantar la estructura con tubos de cartón, hay que prever todo tipo de factores y para esto hay que aislar correctamente los tubos con una capa de poliuretano para que soporten lluvia, humedad y fuego, los tubos se ensamblan entre sí por medio de piezas de acero y las columnas se ensamblan en tambores de madera sujetos a la cimentación.



Imagen 42: Puente con Tubos de Cartón – Rio Gardon, Francia, 2007

Fuente: <https://ingenieriaenlared.wordpress.com/2007/07/30>



## Palets

El material mayoritariamente utilizado para la fabricación del palet es la madera, debido a sus excelentes propiedades resistentes, reducido peso, economicidad y facilidad para reparar, reutilizar y reciclar, aspectos que convierten al palet de madera en una herramienta de transporte altamente respetuosa con el medio, no contaminante y que fomenta y facilita el desarrollo sostenible. Se puede afirmar esto, genéricamente, debido al empleo de un material de procedencia natural, renovable, sumidero de carbono atmosférico (aspecto que contribuye a mitigar las consecuencias perniciosas del efecto invernadero) y, particularmente, porque el sector del reciclado del palet permite alargar las consecuencias positivas para la naturaleza que supone el secuestro y almacenamiento de carbono en la madera, destacando que un metro cúbico de este material alberga en torno a una tonelada de CO<sub>2</sub> y es el único material constructivo que presenta un balance positivo al considerar este factor.

Los palets pueden reciclarse de manera que estos se trituran y se convierten en astilla, virutas o serrín, para ser gestionados como biomasa, materia muy demandada por distintos mercados (tableros, compostaje, valorización energética, etc.)



Imagen 43: Palets de madera

Fuente: <http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/100155-El-reciclado-de-palets-una-solucion-integral-para-los-residuos.html>



La reutilización de los palets como materia prima para la construcción de viviendas sustentables, sin duda alguna ayuda mucho a evitar la deforestación en México. La ventaja de estos, es que los puedes desmontar, cortar a medida y el tratamiento de la madera es mínimo, cabe destacar que es desarrollar una construcción convencional de casa de madera con la diferencia que son trozos de madera pequeños.

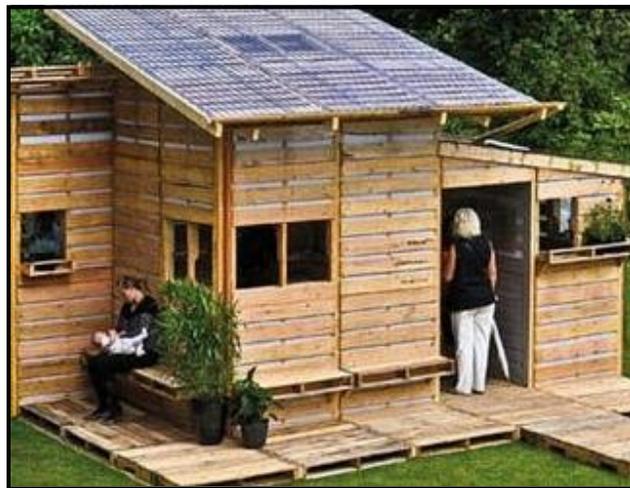


Imagen 44: Vivienda elaborada con Palets de madera

Fuente: <https://ecoinventos.com/reciclar-palets/>

Las casas con palets van a necesitar aislantes si no queremos tener problemas como las goteras. Además, teniendo en cuenta que vamos a construir una casa de madera, conviene proteger el hogar con placas prefabricadas contra incendios y tejados de barro, lijar los palets protegerlos con barniz especial contra agua humedad y rayos uv que puedan deteriorar la madera. Este tipo de vivienda es muy útil en zonas de escasos recursos especialmente en áreas abiertas como en delegaciones de Tlalpan, Tlahuac, Xochimilco y Milpa Alta. Sin embargo, también puede ocuparse para elaborar estancias para Roof Garden en los edificios de vivienda en las zonas urbanizadas.



Imagen 45: Construcción en proceso con palets

Fuente: <https://ecoinventos.com/reciclar-palets/>

En la CDMX y Zona Metropolitana se pueden aprovechar estos residuos para realizar vivienda y no específicamente solo de un tipo de residuos, si no también puede combinarse los diferentes residuos junto con el sistema tradicional, llegando así a una combinación para lograr el objetivo de construir la vivienda conforme a las necesidades de cada quien amino rizando significativamente los gastos y siendo amigables con nuestro medio ambiente.

## CERTIFICACIONES PARA VIVIENDA SUSTENTABLE

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



---

## ***Leadership in Energy & Environmental Design (L.E.E.D.)***

Se formó en 1993 una coalición de varias organizaciones relacionadas con la edificación que pretendía atraer a todos los actores relacionados con la edificación, con la intención explícita de crear un estándar de edificación sostenible.

Así es como fue fundado el ***U.S. Green Building Council U.S.G.B.C.*** (Consejo de edificación verde de los Estados Unidos) a mediados de los noventa y se empezó a trabajar en las primeras versiones de un sistema de edificación sostenible, que ya en 1998 fue denominado LEED.

Los edificios certificados LEED reflejan su responsabilidad en el impacto ambiental, son eficientes en el uso de recursos, resultan sanos para sus usuarios y demasiado rentables para sus inversionistas. Es una certificación voluntaria que premia a los líderes en la transformación de la industria de la construcción hacia un mundo sustentable. Conlleva un reconocimiento en los esfuerzos para poder demostrar con datos los avances en la eficiencia del uso de los recursos y la mejor calidad de vida que con estos edificios se puede ofrecer.

### ***DEFINICIÓN***

Es el sistema de calificación para edificios verdes, (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental) siendo un programa de evaluación que sirve como marco de referencia para apoyar a los individuos a diseñar construir y manejar sus edificios de una forma más eficiente y sustentable.

### ***BENEFICIOS***

Un proyecto de alto desempeño que ha logrado obtener la certificación LEED puede llegar a tener ahorros de hasta un 70% en gestión de residuos, 50% de uso de energía, 40% del consumo de agua y reducir el 39% de emisiones de CO<sub>2</sub>.



Los beneficios de la certificación son los siguientes:

- ✚ Espacios con mejores condiciones para la salud y productividad.
- ✚ Reducción de emisión de gases de efecto invernadero.
- ✚ Acceso a incentivos fiscales.
- ✚ Disminución de operación en los costos y residuos.
- ✚ Ahorro energético y de recursos.

Un proyecto que busca la certificación LEED no cuesta más que una construcción tradicional. La tarifa de registro para un proyecto es de US\$900 para miembros del USGBC y de US\$1200 para los no miembros.

### *OBJETIVOS*

A través de un sistema de sumatoria de puntos, donde prerrequisitos obligatorios (que no dan puntos) y créditos (opcionales) permiten alcanzar uno de los 4 niveles de certificación:

- ✚ Certificado, al obtener de 40 a 49 puntos.
- ✚ Plata, al alcanzar de 50 a 59 puntos.
- ✚ Oro, al lograr de 60 a 79 puntos.
- ✚ Platino, si se obtiene 80 puntos o más.

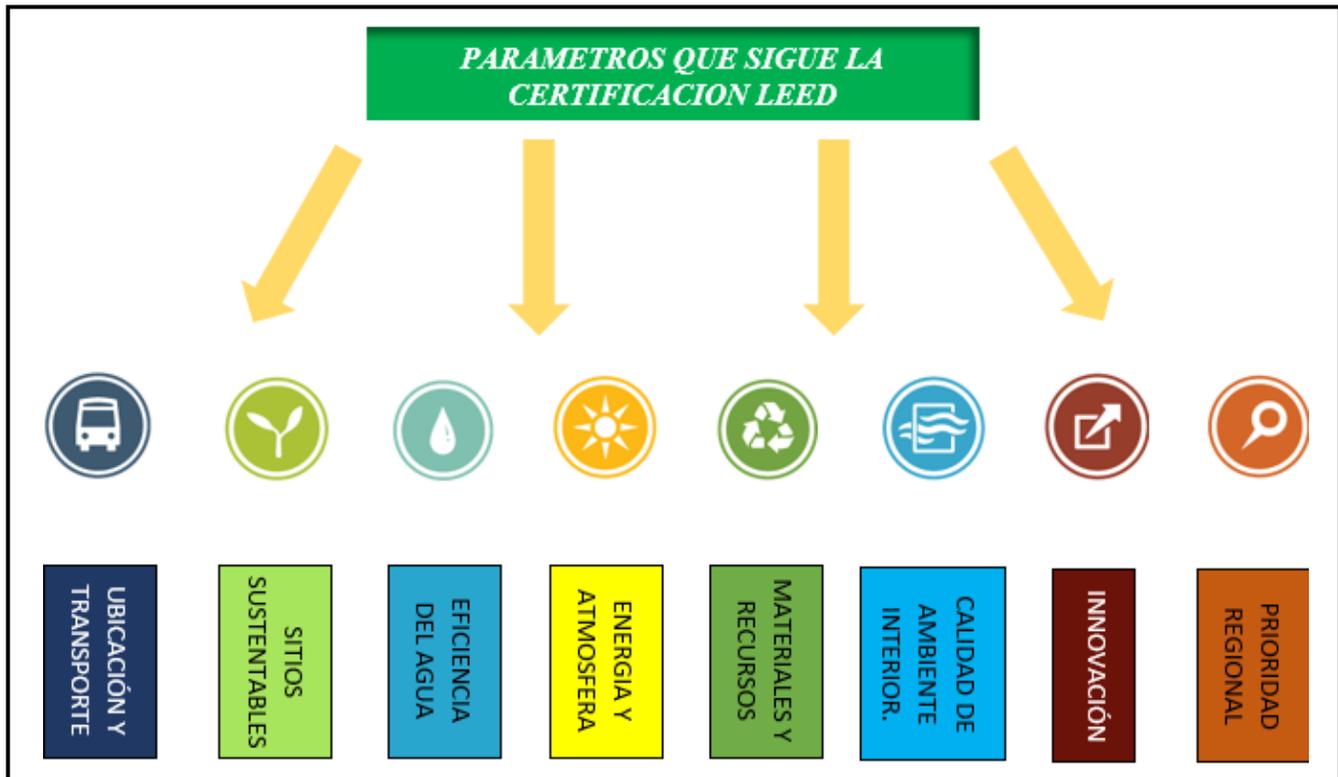


Imagen 46: Parámetros de certificación LEED Fuente: Propia

- ✚ **Ubicación y Transporte:** Transportes alternativos que ayuden a la mitigación de contaminación como los son; bicicletas, autos híbridos, transporte público.
- ✚ **Sitios Sustentables:** Referente a todos los agentes que impactan dentro del entorno exterior, como evitar la erosión y sedimentación, restauración del hábitat, tratamiento de agua entre otras estrategias más.
- ✚ **Eficiencia del Agua:** Aprovechamiento óptimo del agua, tratamiento, captación, reutilización, ahorro y su desecho correcto.
- ✚ **Energía y Atmosfera:** Utilización óptima de la energía, la fuente de la misma, así como la eficiencia que impacta en la comunidad o edificio.



- ✚ **Materiales de la Construcción:** Origen de los materiales de la construcción, dando prioridad a materiales de reutilizados, evaluando la manera en que los residuos propios de la construcción son manejados.
- ✚ **Calidad de Ambiente Interior:** Estrategias y acciones enfocadas al bienestar y salud de los ocupantes en el inmueble, con una adecuada ventilación libre de químicos o tabaco, asegurando una temperatura confortable entre otros aspectos para las edificaciones LEED.
- ✚ **Innovación:** Mejora constante en las estrategias implementadas.
- ✚ **Prioridad Regional:** Tiene la finalidad de eliminar que la huella de carbono aumente debido al transporte de materiales que se fabrican a distancias largas y promover el desarrollo sustentable las estrategias empleadas con materiales y soluciones regionales.

La certificación LEED for Homes es una distinción de gran prestigio en la industria de la vivienda y los consumidores la exigen cada vez con mayor frecuencia en viviendas unifamiliares y multifamiliares. En México la certificación LEED, en general está teniendo mucho auge y buenos resultados, ya que son más las empresas constructoras y personas que se están sumando a querer obtener certificación LEED en sus proyectos de acuerdo a cualquiera de sus modalidades en beneficio del medio ambiente y una mejor calidad de vida.



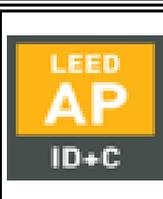
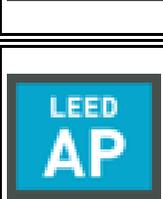
	<p>Designa a las personas que tienen una comprensión documentada y actualizada de los principios y prácticas de construcción verde más recientes. El LEED Green Associate es una credencial fundamental y es el primer paso antes de obtener credenciales avanzadas como LEED AP con especialidad.</p>
	<p>Building Design+Construction, proporciona lineamientos para diseño y construcción de un edificio verde, tomando en cuenta aspectos que resultan en mayor eficiencia de costos y uso de energía, además de un ambiente interno más saludable y confortable.</p>
	<p>Interior Design + Construction, es aplicable a proyectos de equipamiento de interiores, en los que el ocupante y su equipo de proyecto sólo controlan el espacio interior de un inmueble, sin incluir estructura y/o envolvente.</p>
	<p>Operation + Maintenance, reconoce edificios ya establecidos que cuenten y/o busquen implementar procesos y planes de operación y mantenimiento de alta eficiencia energética y ambiental. Es el único con un período de validez de cinco años.</p>
	<p>Neighborhood development, desarrollado para inspirar y ayudar a la creación de mejores y más sustentables desarrollos urbanos. Más allá de edificios, toma en cuenta comunidades completas desde la etapa conceptual hasta la construcción.</p>
	<p>Homes, reconoce viviendas unifamiliares y/o multifamiliares que aplican las mejores prácticas de edificación sustentable, proporcionando espacios más saludables y confortables a sus ocupantes.</p>

Imagen 47: Credenciales LEED Fuente: Propia



## Programa de Certificación de Edificios Sustentables (P.C.E.S.)

Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 25 de noviembre de 2008 surge como una de las respuestas a la problemática medioambiental de la CDMX.

Dada la condición demográfica de la CDMX, la presión sobre el suelo de conservación, así como la demanda creciente de agua, energía, recursos naturales y manejo de residuos, se requiere de encaminar a la capital de México hacia la sustentabilidad desarrollando e implementando acciones para:

- 1.- Cambio climático y energía
- 2.- Reducción en el consumo de energía
- 3.- Manejo adecuado de residuos
- 4.- Ciudadanía verde y cooperación

### *DEFINICIÓN*

P.C.E.S. es un instrumento de planeación de política ambiental dirigido a transformar y adaptar las edificaciones actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental: y tiene como finalidad contribuir en la conservación y preservación de los recursos naturales en beneficio social y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.



## OBJETIVO

Promover y fomentar la reducción de emisiones de contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones; a través de la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y el otorgamiento de incentivos económicos.

## BENEFICIOS

- ✚ Uso eficiente y responsable de los recursos naturales.
- ✚ Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, del efecto isla de calor urbano, además de los encharcamientos en la ciudad, gracias a mayor presencia de áreas verdes y naturación de azoteas.
- ✚ Ahorro y eficiencia energética por la sustitución de lámparas y ahorro en gas, entre otras medidas.
- ✚ Aplicación de tecnologías de energías alternativas.
- ✚ Cumplimientos más allá de la normatividad en términos del reúso y descarga de aguas residuales, emisiones contaminantes al aire, ahorro de energía y generación y manejo de residuos sólidos.
- ✚ Mejora regulatoria al transformarse las acciones de carácter correctivo en preventivo.

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

- ✚ Plusvalía de la propiedad.
- ✚ Retorno de la Inversión.
- ✚ Reducción en el consumo y pago de luz, agua y otros, por el uso eficiente de los recursos.
- ✚ Incremento de la productividad personal.
- ✚ Mejoramiento de las condiciones de salud y bienestar ocupacional.



- + Cumplimiento Normativo
- + Reconocimiento nacional e internacional como miembro del grupo de Edificaciones Sustentables.

Adicionalmente, el **certificado de eficiencia** da lugar a:

- + Reducción en el pago del impuesto predial.
- + Ahorro económico en energía y agua.
- + Posibles financiamientos a tasas preferenciales.
- + Posibles reducciones en primas de seguros.

Y el **certificado de excelencia** da lugar a:

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

El Programa de Certificación de Edificios Sustentables está adquiriendo mucha importancia en las nuevas obras de la CDMX, aunque no es la misma cantidad de obras con esta certificación a comparación de LEED, sin duda alguna PCES es igual o hasta mejor en cuestión de sus lineamientos ya que el programa es gubernamental y son los que están directamente relacionados con los incentivos fiscales por obtener su certificación. No cabe duda que estas dos certificaciones son las más cotizadas en la CDMX y día a día está captando más el interés de inversionistas y empresas constructoras.

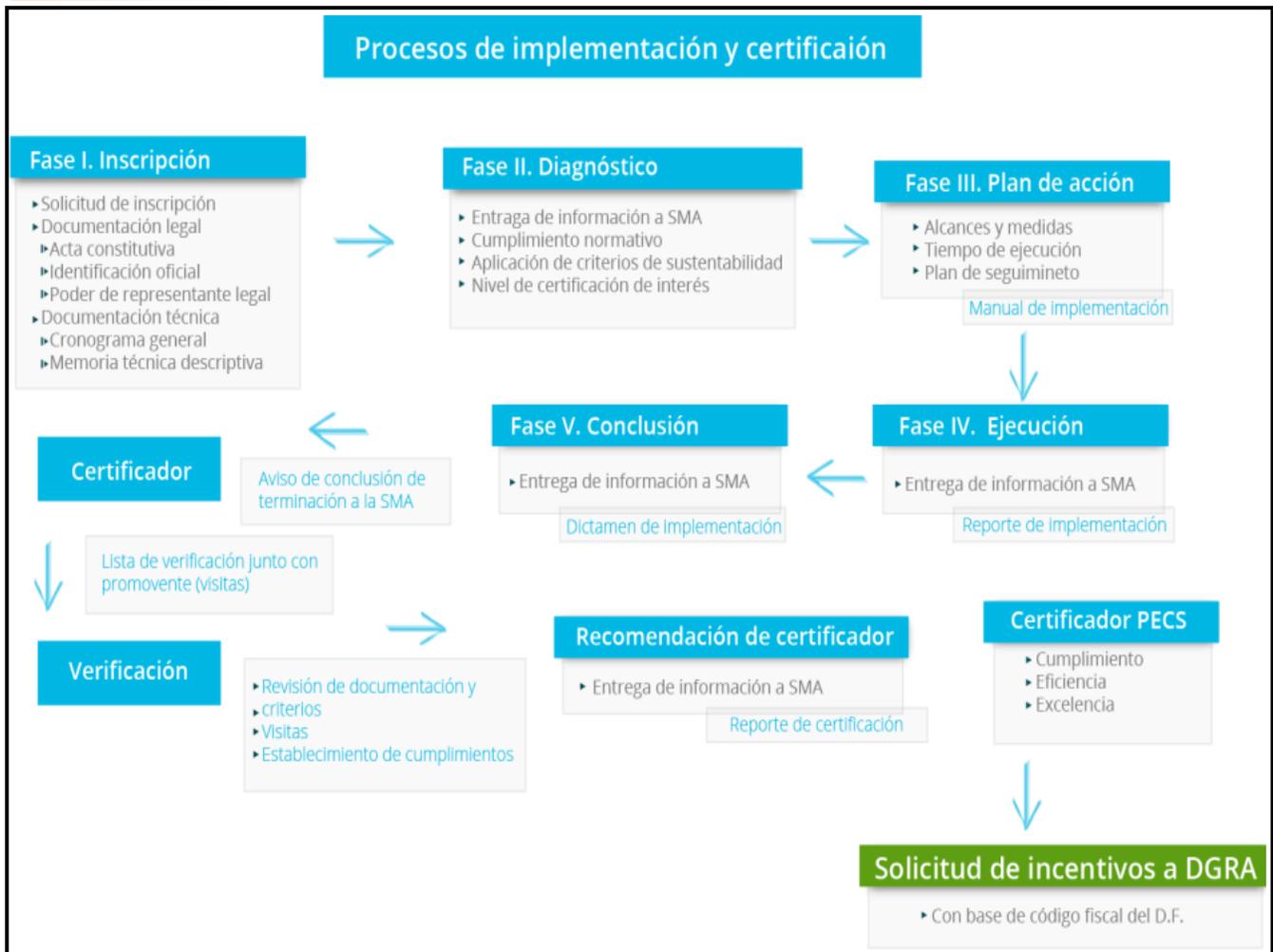


Imagen 48: Procesos de implementación y certificación

Fuente: <http://www.plurmac.mx/programa-auditoria-ambiental-sustentable/>



## Building Research Establishment Environmental Assessment Method (B.R.E.E.A.M.)

El sistema de certificación BREEAM, está desarrollado por la organización BRE Global de Reino Unido y empezó a desarrollarse en el año 1988, siendo lanzado en 1990, primeramente, para la evaluación de nuevas edificaciones de uso comercial y residencial, y luego tras constantes actualizaciones, extendiendo su ámbito de aplicación a diferentes tipos de uso y tipologías edificatorias.

Es el primer sistema de certificación internacional que nació en Inglaterra en 1990 con un esquema de certificación de sostenibilidad para el entorno construido en el Reino Unido, contribuyendo fuertemente al enfoque que hay en el Reino Unido sobre sostenibilidad en el diseño y arquitectura, construcción y operación de edificios.

Cuenta con más de 250.000 edificios certificados y más de un millón registrados. Una evaluación BREEAM utiliza medidas estándares de desempeño en el sector, que se establecen en función de los parámetros de referencia establecidos. Las categorías utilizadas incluyen:

- ✚ Energía y emisiones de CO2
- ✚ Uso del agua,
- ✚ Salud y Bienestar,
- ✚ Contaminación,
- ✚ Transporte,
- ✚ Materiales,
- ✚ Desperdicios,
- ✚ Ecología,
- ✚ Administración.



## *DEFINICIÓN*

BREEAM “Método de Evaluación Medioambiental del Organismo de Investigación de la Construcción” por sus siglas en inglés, es un sistema de puntos muy sencillo y transparente que evalúa distintas características ya definidas de los edificios en distintas fases de desarrollo: diseño, construcción, mantenimiento, acondicionamiento, restauración, etc. Las categorías evaluadas son diez en el caso de edificios y son: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso del suelo, ecología, contaminación e innovación. Estas categorías se reducen a ocho en el caso de proyectos urbanísticos: clima, energía, comunidad, diseño del lugar, ecología, transporte, recursos, economía y edificios.

## *OBJETIVOS*

Clasificar los edificios en función de un sistema de créditos agrupados en nueve categorías principales y premia medidas que contribuyan a un mayor bienestar de los ocupantes del inmueble y la protección del medio ambiente.

Todo esto se tiene en cuenta a la hora de obtener un resultado ponderado, único y global que permitirá definir en qué rango de los cinco que componen el certificado BREEAM, cada categoría evaluada determina un número de puntos que entregan una calificación, esta puede ser:

- ✚ Aprobado = 30%
- ✚ Bueno = 45%
- ✚ Muy bueno = 55%
- ✚ Excelente = 70%
- ✚ Excepcional = 85%



## *BENEFICIOS*

Un edificio con certificación BREEAM supone importantes beneficios económicos para sus usuarios (disminuye el consumo energético entre un 50-70%, el consumo de agua es hasta un 40% menor, y se reducen los gastos de funcionamiento y mantenimiento entre un 7-8%) y para sus propietarios (aumenta el valor de los inmuebles un 7,5% e incrementa las rentas un 3% y la tasa de ocupación de los inmuebles en un 3,5%).

Las reducciones en el consumo de energía repercuten directamente sobre el medioambiente, pero la metodología promueve muchas más iniciativas para reducir al mínimo las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la vida útil del edificio. Estas medidas se agrupan en categorías como Transporte (ubicación de la parcela, acceso al transporte público, fomento del uso de bicicletas, etc.), Residuos (aspectos relacionados con el almacenaje previo a su recogida y tratamiento) o Contaminación (uso de refrigerantes y aislantes con un bajo potencial de calentamiento global, instalaciones de calefacción con baja tasa de emisión NO<sub>x</sub>, etc).

El ambiente interno de los edificios donde trabajamos, estudiamos, compramos o nos relacionamos es una importante contribución a nuestra calidad de vida. Medidas como la calidad del aire, vistas al exterior o niveles de iluminación y ruido, inciden directamente en edificios más confortables, seguros y saludables para los usuarios, lo que conlleva también beneficios económicos derivados.

La asociación Sustentabilidad para México (SUMe) se encuentra en proceso de adaptación de la certificación BREAM,



---

## OTRAS CERTIFICACIONES

Por otro lado, tenemos a **Green Building Initiative**, organización estadounidense establecida en el 2004 y licenciada para otorgar la certificación denominada como “Green Globes for New Construction and Continual Improvement of Existing Buildings”, basada en el BREEAM, y que como nos da a entender su nombre, puede aplicarse tanto a edificios a punto de comenzar su etapa de construcción (es necesario que los planos ya estén listos), así como también edificios que ya tengan kilometraje acumulado (el proceso varía un poco según sea el caso). Certificarse Green Globes significa pasar por un proceso dinámico e interactivo que comienza con una autoevaluación por parte de la empresa que busca emprender este aval con el fin de ser una herramienta en el manejo del diseño para arquitectos y constructores. Con base en dicho ejercicio reflexivo, se genera una lista de logros y se provee una lista de asesoramiento y estrategias para la obtención de una mejoría en sustentabilidad del inmueble. El asesoramiento consiste en la medición del cumplimiento de seis factores que representan las prácticas sustentables que se pueden optimizar: manejo de proyecto, agua, energía, materiales y recursos, emisiones, y ambiente interior; cada uno tiene un posible marcador máximo, y la suma de estos da un total de 1,000 puntos posibles. (Rodrigo, 2017)

**El Living Building Challenge (LBC)**, creado en el 2006 por la empresa International Living Future Institute (ILFI), mide el desempeño de edificios ya existentes con al menos un año de funcionamiento, previo a la evaluación con veinte requisitos distribuidos en siete rubros: sitio, agua, salud, materiales, energía, equidad y belleza. En la actualidad, solo hay seis edificios en el mundo que cuentan con el título de “Living Buildings”, debido a la rigurosidad con la que se imparte. El LBC ofrece una “Petal Recognition” a aquellos edificios que hayan solicitado su valoración pero que solo hayan cumplido con al menos tres de los rubros, la cual cuatro edificios en el mundo pueden presumir. (Rodrigo, 2017)

Por cuenta del ILFI, también corre el Net Zero Energy Building Certification, una subcategoría del LBC que, como su nombre lo indica, legitima edificios cuyo consumo de energía sea cien por ciento igual al de la energía renovable que él mismo produce por medio



de tecnologías sustentables. Fue lanzada en el 2011, y busca asegurar que los edificios se apoyen en el sol, viento y tierra para cumplir sus necesidades de energía, teniendo como plazo de escrutinio un año entero para dar un veredicto. Uno de los requerimientos para certificarse con LEED involucra el concepto de cero energías netas, pero es un poco menos estricto que el Net Zero Energy BC en tanto que sólo es necesario cumplir con un alto porcentaje de producción de energía renovable con respecto al que se consume, sin llegar al cien por ciento que demanda el ILFI. Hasta la fecha, hay once edificios que poseen dicha validación. (Rodrigo, 2017)

Por último, está el **Well Building Standard**, la más reciente certificación de esta índole, desarrollada colaborativamente entre el WELL Building Institute y el US Green Building Council y lanzada en octubre del 2014. Ésta tiene un enfoque más centrado en perseguir las condiciones óptimas para el bienestar humano dentro de un entorno construido. Tal y como el LBC, su métrica está dividida de manera que se evalúa la calidad de vida en siete categorías: aire, agua, nutrición, luz, salud, confort y mente. Los tres tipos de reconocimiento que el WBS puede dar son Blue, Silver y Gold, determinado por la calificación recibida en las categorías mencionadas. (Rodrigo, 2017)

Existen múltiples alternativas, incluso más allá de las previamente explicadas, pero quizá no tan prominentes como las mencionadas en este artículo y LEED. Cada una de estas certificaciones tiene procesos de evaluación diferentes y puede responder a necesidades específicas, es sólo cuestión de que evaluar qué certificación se acomoda mejor a las necesidades y metas de cada proyecto. Lo que sí cabe recalcar es que contar con una certificación de éstas, las cuales no son mutuamente excluyentes, le da un valor agregado a las empresas que buscan adentrarse más en el terreno de la responsabilidad social, puesto que se traduce a tener un ambiente de trabajo saludable y un genuino interés por marcar la pauta para empresas emergentes con un compromiso con el medio ambiente, haciéndolas más atractivas para proveedores, socios, empleados actuales, prospectos, aspirantes y clientes. (Rodrigo, 2017)



## EJEMPLOS DE VIVIENDAS SUSTENTABLES

### CASA TLALPAN

Con el propósito de ofrecer alternativas de vivienda económicas y amigables con el medio ambiente, la delegación Tlalpan presentó un prototipo de casa-habitación sustentable, cuyo costo será de entre 40 y 70,000 pesos. Fue construido en el jardín de la Dirección General de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, el cual se trata de una vivienda construida con materiales de la región y reciclados.

La vivienda de 68 metros cuadrados y 3.4 metros de altura está equipada con sistema de riego y captación de agua pluvial, techo verde calentadores solares caseros y reguladores de temperaturas naturales. Los muros se realizaron a base de sacos de tierra con cal, mientras que el techo verde se utilizaron vigas de madera entretejidas y unidas con barro mediante el método de bahareque.



Imagen 49: Procesos de implementación y certificación

Fuente: <http://obrasweb.mx/soluciones/2017/02/01/la-delegacion-tlalpan-presenta-prototipo-de-vivienda-sustentable>



## CASA UNAM

Debido a la excesiva demanda de vivienda y los elevados costos de la existente, surgen propuestas como la Casa UNAM, una vivienda sustentable pensada como solución de interés social. El prototipo de Casa UNAM se pensó como un sistema de barras y nodos que cualquier persona pueda ensamblar a partir de piezas pequeñas, es un sistema estructural tridimensional proyectado como una vivienda montable y desmontable en las azoteas de otras casas en la delegación Iztapalapa.



Imagen 50: Sistema Tridilosa UNAM

Fuente: <http://www.metrocubicos.com/articulo/consejos/2017/03/16/casa-unam-sustentable-y-una-solucion-de-interes-social>

Con tres módulos (habitaciones principales) interconectados entre ellos, el sistema se desarrolla a partir de unos soportes cilíndricos que funcionan como soportes hechos específicamente para este tipo de estructura a partir de un plástico de alta resistencia. Son ajustables y ayudan a distribuir la carga en el piso. Luego está la estructura tridimensional de barras, nodos y soportes especiales hechos con herrería. Su estructura vertical es de base cilíndrica y la tridimensional posee un soporte para paneles fotovoltaicos. En el interior tiene



una suerte de sándwich de dos capas de triplay con aislamiento de lana mineral al interior, un piso de ingeniería y, en las paredes, paneles de yeso con fibra de vidrio.



Imagen 51: Prototipo casa UNAM en Universum

Fuente: <http://www.metrocubicos.com/articulo/consejos/2017/03/16/casa-unam-sustentable-y-una-solucion-de-interes-social>

El Dr. Ronan Bolaños Linares principal colaborador comenta que el prototipo constó de 10 mil piezas y se logró armarlo en el tiempo establecido durante la competencia: solo 10 días. Aunque a través de la experimentación posterior se ha llegado a la conclusión de que todavía no se puede ofrecer como una solución a la demanda de vivienda en Iztapalapa entre otros motivos por el arraigo a los sistemas de construcción tradicionales, la falta de cultura hacia una vivienda desmontable y el alto costo de las piezas que impiden el desarrollo de un kit accesible, se seguirá trabajando para conseguir esa meta en algunos años.



### Casa Tula-Tepeji Hidalgo

Esta casa ecológica emplea ese método de construcción tradicional, pero mejorado con el uso de nuevas tecnologías, pues además de utilizar materiales orgánicos de Tula de Allende, Hidalgo, en un futuro tendrá un sistema automatizado para gestionar, por ejemplo, la energía o la temperatura desde un celular. Se emplearon materiales de la región como madera, carrizos, rastrojo de maíz y barro, así mismo esta casa ecológica, que en un espacio de 90 metros cuadrados tiene una recámara, cocina, baño, sala y comedor.

La vivienda sustentable tiene un cimiento de piedra y cemento con una estructura de polines fijos de madera, que sirve de base para tejer una jaulilla (pared) con carrizos en forma vertical y rellena con rastrojo de maíz. Los muros fueron cubiertos con una mezcla hecha de barro, arena y pasto. Los pisos, se forraron con losetas de PET reciclado que fueron proporcionados por estudiantes.



Imagen 52: Vivienda Sustentable Hidalgo

Fuente: <https://www.foroambiental.com.mx/casa-ecologica-construida-en-solo-45-dias-en-mexico/>



Especialistas y estudiantes de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji (UTTT), aseguran que la decisión de usar estos materiales es por la calidad y la fortaleza que ofrecen ante los sismos. Se estima que este método de edificación representa un ahorro de entre 30 y 50 por ciento frente a una casa de interés social, sin dejar de lado el tiempo de vida útil, ya que hay construcciones de más de 300 años. Al respecto, no olvidemos que esta técnica de construcción, se encuentra en la arquitectura de varios Centros Históricos con más de 400 años y puede ser viable para algunas regiones de la CDMX.



---

## CONCLUSIONES

En el mundo y particularmente en México, existe la problemática de la contaminación por el desarrollo de vivienda por falta de una estrategia integral que opte por un progreso sustentable en pro del medio ambiente y cuidado de nuestros recursos naturales. Sin embargo, en esta tesis se logra concientizar a la población en general y alumnos de la FES Aragón a ser partícipes en la elaboración de construcción de vivienda con eco tecnologías y aprovechamiento de residuos.

En este trabajo de investigación se indica de forma detallada que eco tecnologías y residuos pueden aprovecharse para obtener un mayor rendimiento y mitigar costos en una vivienda nueva o de uso, explicando que no necesariamente debe aplicarse los procesos constructivos tradicionales, despertando así un gran interés de ingenio en los alumnos de FES Aragón para llevar a otro nivel la Ing. Civil, en como poder elaborar vivienda a partir de algo tan común que nosotros llamamos Basura.

También no solo es benéfico para el alumnado de la facultad, sino que, ayudamos a la población en general, porque reducimos los índices de contaminación y mitigamos las grandes cantidades de residuos sólidos que se generan a diario en la gran urbe, así mismo, directamente ayudamos a la población de escasos recursos, que no pueden adquirir una vivienda digna.

De igual manera se indica que la Ing. Civil tiene que ir de la mano con las cuestiones ambientales, sin los recursos naturales simplemente no se podría realizar desarrollo de obra, dependemos directamente de nuestro medio ambiente y no podemos ignorar que hoy en día se están agotando los recursos naturales a niveles críticos, debemos de implementar acciones en pro del cuidado del medio ambiente. No solo como ingenieros civiles nos enfoquemos a objetivos de realizar desarrollos emblemáticos, estructuras de gran tamaño o de diseño imponente, aparte de cumplir con este tipo de objetivos, es aún más relevante el poder realizarlos llevando a cabo una estrategia o implementación para desarrollar obra sin tener un impacto ambiental considerable, ese es el verdadero reto hoy en día, construir sin afectar tanto nuestro medio ambiente.



En esta tesis se demuestra también casos de éxito con desarrollos de vivienda a partir del aprovechamiento de residuos, todo va a enfocado a despertar el interés de la sociedad en general para ayudar e implementar el reciclaje, la reducción y el rehusó de los residuos.

Así mismo invitar a la población y alumnado con bases y fundamentos a implementar eco tecnologías para un mayor aprovechamiento de los recursos naturales en nuestros hogares. En este trabajo se logra describir las eco tecnologías más importantes para obtener una vivienda sustentable.

Este trabajo de investigación es el inicio para que el alumno de Ingeniería Civil opte por elaborar un trabajo practico particular para desarrollar un cálculo en el que se demuestre el comportamiento de materiales a base de reciclaje, ya que, aunque hay vivienda desarrollada a base de residuos por varias organizaciones no gubernamentales, estos no hacen públicas sus pruebas de laboratorio, lo cual despertaría el interés del alumno por demostrar que material de residuos es más resistente a diferente tipo de cargas y hacerlos públicos para que la sociedad en general pueda consultarlos y estar con la confianza de que su vivienda resistirá a cualquier tipo de carga sometida.



## GLOSARIO

**Absidal:** Proviene de ábside y esta deriva del griego cuyo significado es nudo. Posteriormente, en arquitectura ha tomado el concepto de bóveda.

**Ecología:** Rama de la biología del estudio científico de las interrelaciones entre los organismos y sus ambientes, y por tanto de los factores físicos y biológicos que influyen en estas relaciones. La palabra ecología se deriva de la voz griega *Oikos*=Casa *Logos*=Estudio.

**Bahareque o Bajareque:** Material utilizado en la construcción de viviendas compuesto de cañas o palos entretreídos y unidos con una mezcla de tierra húmeda y paja

**Corriente Directa:** Es una corriente constante, no varía el voltaje, se mantiene con respecto a la dirección y el tiempo. Este tipo de energía la encontramos en baterías 9V y de baterías de polímero de Litio.

**Corriente Alterna:** Es un tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos. La corriente que fluye por las líneas eléctricas y la electricidad disponible normalmente en las casas procedente de los enchufes de la pared es corriente alterna.

**Desarrollo Sostenible:** Proceso mediante el cual se satisfacen las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un medio ambiente sano de la actual generación sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las futuras generaciones.

**Desarrollo Sustentable:** Proceso por el cual se preserva, conserva y protege solo los recursos naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras sin tomar en cuenta las necesidades, políticas ni culturales.

**Desertificación:** Se entiende el proceso por el que un territorio que no posee las condiciones climáticas de los desiertos, principalmente una zona árida, semiárida o subhúmeda seca, termina adquiriendo las características de estos. Esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, de la erosión del suelo y de la falta de agua.



**Emisiones antropogénicas:** Emisiones generadas por las actividades humanas.

**Geomembrana:** es una barrera sintética que, está diseñada especialmente para impedir el paso de sustancias y materiales, particularmente de líquidos y vapores.

**Horcones:** Pilares de madera. Los horcones, son maderas, por lo regular de más de 8x8 pulgadas de grosor, deben ser firmes, por lo general de un árbol llamado, Roble. (Es duradero, y no se apollilla) Y en estos descansan las vigas, para luego poner las cerchas, (Estas dan la inclinación, la pendiente para que corran las aguas lluvia) y el techo de lo que se está edificando.

**Inversor de corriente:** Un inversor es un dispositivo que se encarga de transformar el voltaje de 12 o 24 Voltios de un sistema de baterías, al voltaje que tenemos en la vivienda a 230 Voltios, y en el cual funcionan la mayoría de los dispositivos de uso común.

**Medidor Bidireccional:** Permite al usuario interconectar la energía convencional con aquella que genere a través de paneles solares u otros mecanismos.

**Organismo Gubernamental:** Es una institución estatal cuya administración está a cargo del gobierno en turno. Su finalidad es brindar un servicio público que resulta necesario para la ciudadanía, por lo general los servicios brindados por los organismos gubernamentales son gratuitos y se solventan a través de los impuestos y de otros ingresos que percibe el estado

**Organismo Descentralizado:** Es aquel que no depende jerárquicamente del gobierno central y que tiene ciertas competencias y facultades autónomas, aunque funcione bajo la órbita estatal. Dicho organismo puede haber sido creado por un decreto del poder ejecutivo o por iniciativa del congreso, funcionando incluso, aunque no en todos los casos, con recursos públicos derivados directamente por la administración central.

**Termosifón:** Líquido que pasa por conductos sin tener que ser impulsado por bombas, simplemente se mueve por la diferencia de densidades que se presenta cuando un líquido está frío o caliente. El agua en frío pesa más que a mayor temperatura.



---

## REFERENCIAS

(ONU 2018) Tierra, recursos naturales y prevención de conflictos: del infortunio a la oportunidad. Recuperado el 12/06/18 de:

<http://www.un.org/es/land-natural-resources-conflict/>

(ONU 2018) Desarrollo Sostenible. Recuperado 12/06/18 de:

<http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>

(ONU 2018) Declaración de Río Sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Recuperado 12/06/18 de:

<http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>

(ONU 2018) Los Acuerdos de la Cumbre para la Tierra. Recuperado 12/06/18 de:

<http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>

(ONU 2002) Cumbre Johannesburgo. Recuperado 12/06/18 de:

[http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/cumbre\\_ni.htm](http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/cumbre_ni.htm)

(Proteger 2005) Conclusiones finales de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo. Recuperado 13/06/18 de:

<http://www.proteger.org/cierre-cumbre-mundial-johannesburgo-2002/>

(ONU 2012) El futuro que queremos Rio+20. Recuperado 13/06/18 de:

<http://www.un.org/es/sustainablefuture/about.shtml>

(ONU 2012) Que es Rio+20? Recuperado de:

<https://ecodes.org/rio+20/que-es-rio20#.W4XXkugzblU>

(PNUD 2012) Cumbre sobre desarrollo sostenible Recuperado 13/06/18 de:

<http://www.undp.org/content/undp/es/home/presscenter/events/2012/June/rio-20-sustainable-development.html>



(PNUD México 2018) Agenda de desarrollo post-2015. Recuperado 13/06/18 de:

<http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/post-2015/sdg-overview.html>

(National Geographic) ¿Qué es el calentamiento global? Recuperado 14/06/18 de:

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

(About español 2018) ¿Qué es el calentamiento global? Recuperado 14/06/18 de:

<https://www.aboutespanol.com/que-es-el-calentamiento-global-3417905>

(Línea Verde 2018) ¿Qué es el efecto invernadero? Recuperado 14/06/18 de:

<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/que-es-el-efecto-invernadero.asp#>

(Línea Verde 2018) ¿Qué gases son los invernaderos? Recuperado 14/06/18 de:

<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/que-gases-son-los-invernadero.asp>

(Abilia 2018) Los Mayas, Especialistas en Arquitectura Bioclimática. Recuperado 16/06/18 de:

<http://conciencia-sustentable.abilia.mx/los-mayas-especialistas-en-arquitectura-bioclimatica/>

(Araujo Molina, Omar) La casa maya en Yucatán. Recuperado 17/06/18 de:

<http://fi.uady.mx/madera/amad/usosmadera/casamaya.htm>

(Cultura Azteca 2016) Arquitectura Azteca. Recuperado 18/06/18 de:

<https://cultura-azteca.com/arquitectura/>

(Gobierno Federal 2018) Secretarías de la Administración Pública Federal. Recuperado 22/06/18 de:

<https://www.gob.mx/>

(SEMARNAT 2015) Informe del medio ambiente Residuos. Recuperado 22/06/18 de:



---

<http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/cap7.html>

(CMIC 2017) Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición. Recuperado 23/06/18 de:

<http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>

(Foro Ambiental 2018) Ecotecnias. Recuperado 25/06/18 de:

<https://www.foroambiental.com.mx/?s=ecotecnias>

(ECOFIN 2018). Energía Solar Fotovoltaica. Recuperado 25/06/18 de:

<http://www.ecofiin.net/energia-solar-fotovoltaica/>

(CDMX 2018) Características meteorológicas CDMX. Recuperado 12/07/18 de:

<http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php>

(Renovables Verdes 2018) Aerogeneradores. Recuperado 12/07/18 de:

<https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores/>

(Isla Urbana 2018) Captación de agua pluvial. Recuperado 12/07/18 de:

<http://islaurbana.org/>

(SEDEMA 2018) Azoteas Verdes. Recuperado 15/07/18 de:

<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/azoteas-verdes>

(Helvex 2018) Dispositivos ahorradores. Recuperado 17/07/18 de:

<https://www.helvex.com.mx/>

(Electrontools 2018) Iluminación LEED. Recuperado 22/07/18 de:

<http://www.electrontools.com/Home/WP/2017/05/01/ventajas-y-desventajas-de-las-luces-led/>

(Ecoinventos 2018) Iluminación Natural. Recuperado 22/07/18 de:



---

<https://ecoinventos.com/solatube-luz-natural/>

(Eficiencia Energética 2018) Eficiencia Energética. Recuperado 25/07/18 de:

<https://www.conuee.gob.mx/transparencia/etiquetas/etiquetas.html>

(Vasalvibaso 2015) Aprovechamiento de residuos. Recuperado 26/07/18 de:

[http://www.ceja.org.mx/IMG/PyGA\\_Art\\_Ing\\_Alfonso\\_Chavez.pdf](http://www.ceja.org.mx/IMG/PyGA_Art_Ing_Alfonso_Chavez.pdf)

(ECOCE 2018) Materiales. Recuperado 28/07/18 de:

<http://www.ecoce.org.mx/>

(VIEM 2018) Construcción PET. Recuperado 28/07/18 de:

<https://viemmx.org/>

(Ecostock 2018) Impacto ambiental de las llantas. Recuperado 02/08/18 de:

<http://www.tiendaverde.com.mx/reciclar-llantas/>

(Tras la tierra 2018) Casa construida con neumáticos. Recuperado 02/08/18 de:

<http://www.traslasierra.com/Noticias/2015-08-24/Casa-Construida-con-Neumaticos>

(Archdaily 2014) Experiencia de construcción con botellas de vidrio. Recuperado 05/08/18 de:

<https://www.archdaily.mx/mx/626679/en-detalle-experiencia-de-construccion-con-botellas-de-vidrio>

(Arquitectura Ideal 2015) Casa construida con miles de botellas de vidrio. Recuperado 08/08/18 de:

<https://arquitecturaideal.com/esta-casa-esta-construida-con-miles-de-botellas-de-vidrio/>

(Cámara del Papel 2018) Sección Técnica. Recuperado 08/08/18 de:

<http://camaradelpapel.mx/>



(Diseño y Arquitectura 2018) Shigeru Ban. Recuperado 12/08/18 de:

<https://www.disenoyarquitectura.net/2013/04/shigeru-ban-arquitecto-biografia-y-obras.html>

(Interempresas 2012) Reciclaje y gestión de residuos. Recuperado 13/08/18 de:

<http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/100155-El-reciclado-de-palets-una-solucion-integral-para-los-residuos.html>

(Ecoinventos 2018) Desmontaje de Palets. Recuperado 15/08/18 de:

<https://ecoinventos.com/reciclar-palets/>

(Revitaliza Consultores 2018) Definición de LEED. Recuperado 15/08/18 de:

<http://www.revitalizaconsultores.com/index.html>

(Bioconstrucción 2018) Que es LEED? Recuperado 16/08/18 de:

<http://bioconstruccion.com.mx/v4-1-siguiente-paso-leed/>

(SEDEMA 2018) Programa de Certificación de Edificios Sustentables. Recuperado 18/08/18 de:

<http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/images/archivos/tramites/auditoria-regulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>

(PLURMAC 2018) Programa de Auditoria Ambiental Sustentable. Recuperado 18/08/18 de:

<http://plurmac.mx/programa-auditoria-ambiental-sustentable/>

(CICM 2018)\_México Introduce la Certificación BREEAM. Recuperado 22/08/18 de:

<http://cicm.org.mx/mexico-introduce-la-certificacion-sustentable-breeam/>

(Revitaliza Consultores 2018) Mas certificaciones. Recuperado 22/08/18 de:

<http://www.revitalizaconsultores.com/servicios/mas-certificaciones>

(Bioconstrucción 2018) Soluciones. Recuperado 23/08/18 de:



---

<https://bioconstruccion.com.mx/>

(Obrasweb) Casa Prototipo Tlalpan. Recuperado 25/08/18 de:

<http://obrasweb.mx/soluciones/2017/02/01/la-delegacion-tlalpan-presenta-prototipo-de-vivienda-sustentable>

(Metros Cúbicos) Casa UNAM. Recuperado 25/08/18 de:

<http://www.metroscubicos.com/articulo/consejos/2017/03/16/casa-unam-sustentable-y-una-solucion-de-interes-social>

(Foro Ambiental) Casa Sustentable. Recuperado 26/08/18 de:

<https://www.foroambiental.com.mx/casa-ecologica-construida-en-solo-45-dias-en-mexico/>