



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**CERTIFICACIÓN DE UNA VIVIENDA HABITACIONAL BAJO EL
PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES
(PCES)**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA

PRESENTA:

ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO

DIRECTOR DE TESINA: M. I. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ GALARZA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX.

MARZO, 2019



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.

*“Qué bonito sería traer de regreso a alguien del cielo,
¿te imaginas?
Pasar un día con esa persona, solo un día,
Darle el último abrazo, un último beso, volver a escuchar su voz.
Tener otra oportunidad de decirle: te quiero, te extraño, te amo...”*

En memoria de:

Juan Manuel Arellano Gutiérrez (†2016)

*A tí, padre mío, que me diste la vida y me enseñaste lo
que no se debe hacer con ella.*

Claudia Arellano Gutiérrez (†2018)

*A tí, mi querida Galleta, porque siempre fuiste mi amiga, mi
confidente y mi compañera en todo. Mi segunda madre.*



AGRADECIMIENTOS

A través de estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible este trabajo y qué de alguna manera u otra, estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres y tristes. Estas palabras son para ustedes.

A mi madre, María, y mi hermana, Joana, por todo su amor, comprensión, y apoyo; pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me han tenido. No tengo palabras suficientes para agradecerles las incontables veces que me respaldaron en todas las decisiones que tomé a lo largo de este proyecto, las buenas, las malas y también las locas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano. También a mi padre que, aunque físicamente no está, siempre lo he sentido cerca y sé que, donde quiera que esté, me cuida y continúa apoyándome como lo hizo siempre y hasta el último día. ¡Gracias infinitas a los tres!

A mis amigos, todos aquellos con los que compartí dentro y fuera de las aulas en la licenciatura y los que hice en el posgrado. Los amigos del CCH, que se convierten en hermanos de vida. Amigos de la Universidad que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

A mi familia, en especial a Claudia y a Pablo, quienes también fueron parte de este gran proyecto. Gracias por su apoyo incondicional y valiosos consejos.

A mis compañeros y maestros de la Facultad de Ingeniería, en especial a mis compañeros del Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con quienes he pasado momentos gratificantes de risas y diversión, pero también de constancia y perseverancia, aprendí tanto de ustedes. De igual manera, a mi director de tesina, el M.I. José Luis Sánchez Galarza, a mi tutor, el Dr. Enrique César Valdez, a la M.I. Alba Vázquez, al M.I. Carlos Menéndez y a mi estimado M.I. Cristian González. Muchísimas gracias por sus palabras de aliento, apoyo y consejos para cumplir con esta meta. Gracias también por las enseñanzas de vida.

Quiero agradecerte especialmente, a ti Fernanda, mi compañera fiel de corazón, por haber estado a mi lado a lo largo de la licenciatura y ahora en esta etapa del posgrado. Gracias infinitas. También, quiero agradecer a tu mamá y hermano Alex, con quienes siempre he encontrado y compartido momentos de paz y armonía, y que me han permitido ser un miembro más de tu familia.

La vida me ha enseñado a valorar y agradecer por lo recibido.

¡Gracias!

Ing. Mario A. Arellano Ceciliano

Febrero, 2019.



TABLA DE CONTENIDO TEMÁTICO

1	ANTECEDENTES	6
1.1	INTRODUCCIÓN	6
1.2	OBJETIVOS	10
1.2.1	OBJETIVOS GENERALES	10
1.2.2	OBJETIVOS PARTICULARES	10
1.3	ALCANCE	10
1.4	LIMITACIONES	10
2	VIVIENDA	11
2.1	DATOS DE PROYECTO	11
2.2	PLANOS ARQUITECTÓNICOS	13
3	PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES	20
3.1	OBJETIVO DE PROGRAMA	21
3.2	ACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO	21
3.3	BENEFICIOS DEL PROGRAMA	22
3.4	NIVELES DE CERTIFICACIÓN	23
3.5	CRITERIOS DE CERTIFICACIÓN	24
3.6	PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN	29
4	CASO DE APLICACIÓN	34
4.1	ENERGÍA	34
4.2	AGUA	49
4.3	CALIDAD DE VIDA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL	61
4.4	IMPACTO AMBIENTAL Y OTROS IMPACTOS	76
4.5	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	88
4.6	RESULTADOS	97
5	CONCLUSIONES	98
6	BIBLIOGRAFÍA	102
7	ÍNDICE DE FIGURAS	105
8	ÍNDICE DE TABLAS	107

1 ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Ciudad de México vive, en conjunto con la Zona Metropolitana del Valle de México, una de sus más grandes crisis ambientales y sociales en cuanto a la urbanización y sectorización de viviendas.

Es por ello que surge la necesidad de construir o adecuar viviendas bajo ciertas normatividades en materia ambiental que ayuden a minimizar los problemas que aquejan día a día a la población de la cuenca de México; dichas construcciones tienen que cumplir, además de los aspectos ambientales, otras condiciones que las vuelvan construcciones sustentables, como son los criterios de carácter económico y social cumpliendo así con la triada de la sustentabilidad (ver Figura 1-1).

El concepto de sustentabilidad hace referencia a la capacidad de satisfacer necesidades de la generación humana actual sin que esto suponga la anulación de que las generaciones futuras también puedan satisfacer las necesidades propias (ONU, 1987).

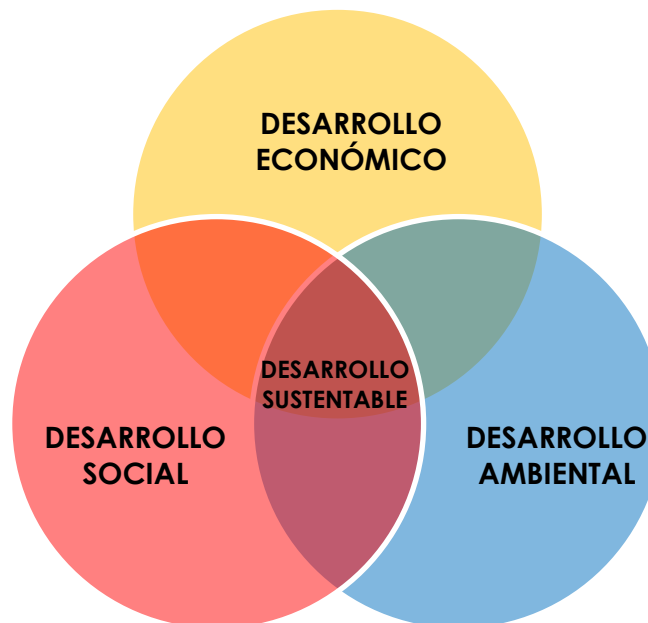


Figura 1-1 Componentes del desarrollo sustentable

Un edificio sustentable (*green building* en inglés), o "edificio verde", se refiere a la utilización de prácticas y materiales respetuosos del medio ambiente (con ventaja ambiental o ambientalmente preferibles) en la planeación, diseño, ubicación,



construcción, operación y, en su momento, en la demolición del propio edificio. El término se aplica tanto a la renovación y reacondicionamiento de inmuebles preexistentes como a la construcción de nuevos edificios, sean habitacionales o comerciales, públicos o privados (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2008, p.4).

En muchos países han surgido, a raíz de la agenda XXI en la primera Cumbre de la Tierra para el Desarrollo Sostenible conocida como Río 92, sistemas con estándares técnicos que han servido como esquema de certificaciones para edificios sustentables; algunos de estos se han internacionalizado alcanzando más que la certificación nacional (Ver Tabla 1-1).

Tabla 1-1 Certificaciones internacionales de edificaciones sustentables (Elaboración propia con información de *Las diversas certificaciones aplicables a los edificios sustentables en México* (Aguirre, 2014))

SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	ORGANISMO DEPENDIENTE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	ALCANCE
Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (BREEAM ®)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Green Building Initiative (USA) ✓ BROMA (Asociación de propietarios y Administradores de Edificios de Canadá) ✓ ECD Jones Long de La Salle 	<p>Es un sistema de evaluación y certificación de edificación sostenible en función de la tipología y uso del edificio.</p> <p>Cuenta con evaluación en 10 criterios: gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso ecológico del suelo, contaminación e innovación.</p> <p>Para alcanzar los niveles de 4 globos en Estados Unidos y hasta 5 en la versión canadiense.</p>	Estados Unidos y Canadá
Leadership in Energy and Environmental Design (LEED ®)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ US Green Building Council (USGBC ®) 	<p>Su objetivo es definir y medir edificios verdes en todo su "proceso de vida".</p> <p>Provee a propietarios y administradores un plan de acción para identificar e</p>	Estados Unidos, México

SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	ORGANISMO DEPENDIENTE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	ALCANCE
		<p>implementar soluciones de diseño verde, constructivas y operativas.</p> <p>Consiste en obtener puntos de acuerdo a las adecuaciones o implementaciones para la reducción de CO₂ y el ahorro energético, principalmente.</p> <p>Sus niveles de certificación son: certificado, plata, oro y platino.</p>	

Particularmente, en México, existen en la actualidad algunos sistemas de certificación de edificaciones sustentables que se describen en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2 Sistemas de Certificación de Edificación Sustentables en México (Elaboración propia con información de la revista Obras Web (Fermín, 2014))

SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	ORGANISMO DEPENDIENTE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES)	Gobierno de la Ciudad de México (GCDMX)	En 2008 en Gobierno del entonces Distrito Federal puso en marcha este programa que pretende establecer un estándar para calificar los edificios tanto habitacionales como comerciales y ofrecer así una serie de incentivos fiscales.
Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables	Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)	Estos criterios tienen como visión integral la selección del sitio y desarrollo urbano, planeación del proceso de construcción, diseño del proyecto, sistemas constructivos y especificaciones, incidencia ecológica, factores socioculturales y mantenimiento de la vivienda con el fin de obtener subsidios de parte del gobierno federal.
Hipoteca Verde	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT)	Crédito incentivado a partir de 2010 otorgado a los derechohabientes que les permita comprar una vivienda ecológica y, con ella, obtener una mayor calidad



SISTEMA DE CERTIFICACIÓN	ORGANISMO DEPENDIENTE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES
		de vida; que, sumado al programa "Si Se Vive", tiene el objetivo de medir la eficiencia de las viviendas mediante el uso de dispositivos ahorradores.
Desarrollo Urbano Integral Sustentable (DUIS)	Sociedad Hipotecaria Federal (SHF)	Este programa trata de detener los efectos de los proceso de urbanización desmedida, creando política de incentivo hacia la producción de vivienda social en nuevos modelos de desarrollo urbano que cumpla con los criterios de sustentabilidad económica, social y ambiental.

Estas certificaciones, además de tener el propósito de reducir a su grado mínimo los efectos negativos que produce el uso de energía y gas, ayudan a los usuarios de las viviendas a reducir costos en un mediano plazo, así como a recibir incentivos de parte de los gobiernos (federal, estatales y municipales) como el caso de la reducción de pago de impuestos en concepto de luz, agua y predio.

En el presente trabajo se pretende ejemplificar un proceso de certificación, mediante el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), a una vivienda habitacional de interés social que se encuentra en proceso de construcción en la alcaldía de Iztapalapa de la Ciudad de México.

A lo largo de este trabajo se presenta una propuesta de adecuación a la vivienda que cumpla con los requisitos mínimos e indispensables que se solicitan para el proceso de certificación, así como la descripción del programa y algunas recomendaciones a realizar en la unidad habitacional que está en proceso de construcción al oriente de la ciudad.

El interés del tema de este trabajo fue integrar conocimientos de los tres módulos del Programa de Especialidad (manejo integral de residuos sólidos urbanos, diseño y operación de instalaciones para edificios y administración de la calidad del agua) del Programa Único de Especialización en Ingeniería Sanitaria.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la especialidad en la implementación de un proceso de certificación ambiental para una vivienda de interés social al oriente de la capital mexicana.
- Aplicar y analizar, en un caso de estudio, los procedimientos de gestión de certificación del Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES).

1.2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Desarrollar las propuestas pertinentes para la correcta ejecución del Programa en aquellos rubros que no puedan aplicarse en el proyecto.
- Se pretende que este trabajo funja como una breve guía que describa los pasos a realizar para incorporar al PCES una vivienda habitacional y que a la postre pueda realizarse para edificaciones más complejas.

1.3 ALCANCE

Realizar un proceso de certificación, en el marco del Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES), de una vivienda perteneciente a un conjunto habitacional al oriente de la Ciudad de México, desde el inicio del proceso, incluyendo propuestas de modificaciones y recomendaciones para el cumplimiento de la certificación.

Es pertinente mencionar que el proceso de certificación involucra tres aspectos importantes: agua, energía y manejo de residuos; además de calidad de vida y responsabilidad social e impacto ambiental y otros impactos. Por lo que se detalla cada uno de los tres primeros como parte de los módulos de salida del Programa Único de Especialización en Ingeniería en su modalidad de Ingeniería Sanitaria.

1.4 LIMITACIONES

- Se toma en cuenta el presupuesto inicial destinado por parte del Instituto Nacional de Vivienda, por lo que no se pueden realizar adecuaciones más detalladas.
- Se consideró la vivienda construida y entregada en obra negra al



propietario, por lo que no se pudieron hacer adecuaciones o modificaciones previas a la entrega de la vivienda; sin embargo, pueden recomendarse algunas modificaciones que no alteren la estructura del inmueble.

2 VIVIENDA

2.1 DATOS DE PROYECTO

El proyecto, que actualmente se encuentra en construcción (ver Tabla 2-1), consta de una vivienda nueva progresiva en dos niveles consistente en la ejecución de losa de cimentación, muros y castillos de nivel uno, losa de vigueta y bovedilla de nivel 2 y muros y castillos de nivel 2; con los datos de proyecto que se presentan en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Datos de proyecto

Característica	Dimensión	Característica	Dimensión
Superficie del terreno	36.00 m ²	Superficie de patio	4.11 m ²
Superficie de planta baja	30.14 m ²	Superficie de recamara 1	11.11 m ²
Superficie de primer nivel	31.54 m ²	Superficie de recamara 2	8.96 m ²
Superficie de segundo nivel	24.38 m ²	Superficie de baño	3.33 m ²
Superficie total construida	86.06 m ²	Superficie de recamara 3	13.72 m ²
Superficie de prototipo uno	86.06 m ²	Superficie de cuarto de lavado	2.62 m ²
Superficie de sala	10.78 m ²	Superficie de zona de tendido	7.67 m ²
Superficie de comedor	7.40 m ²	Número de niveles	3
Superficie de cocina	5.25 m ²	Número de viviendas	52
Superficie de medio baño	3.26 m ²	Cajones de estacionamiento (Norma 26)	0
Superficie de escaleras y vestíbulo	15.48 m ²	Altura máxima sobre banquetta	8.01 m ²

El propietario de la vivienda se compromete a respetar al menos 5 cm de separación de colindancia con sus vecinos, el área libre de 5.86 m², así como la normatividad vigente en materia de vivienda que aplique a la construcción.

CERTIFICACIÓN DE UNA VIVIENDA HABITACIONAL BAJO EL
PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES (PCES)

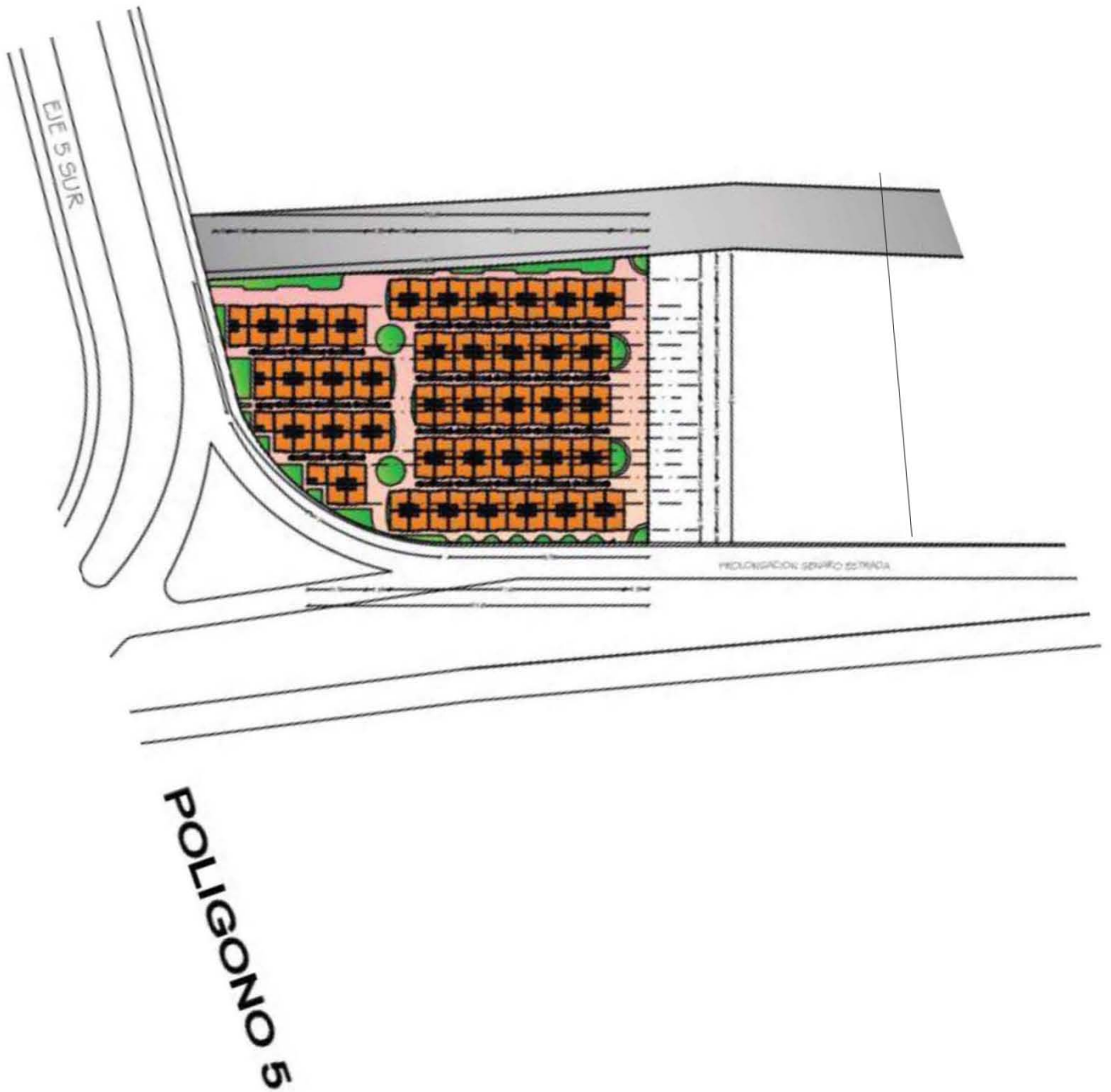
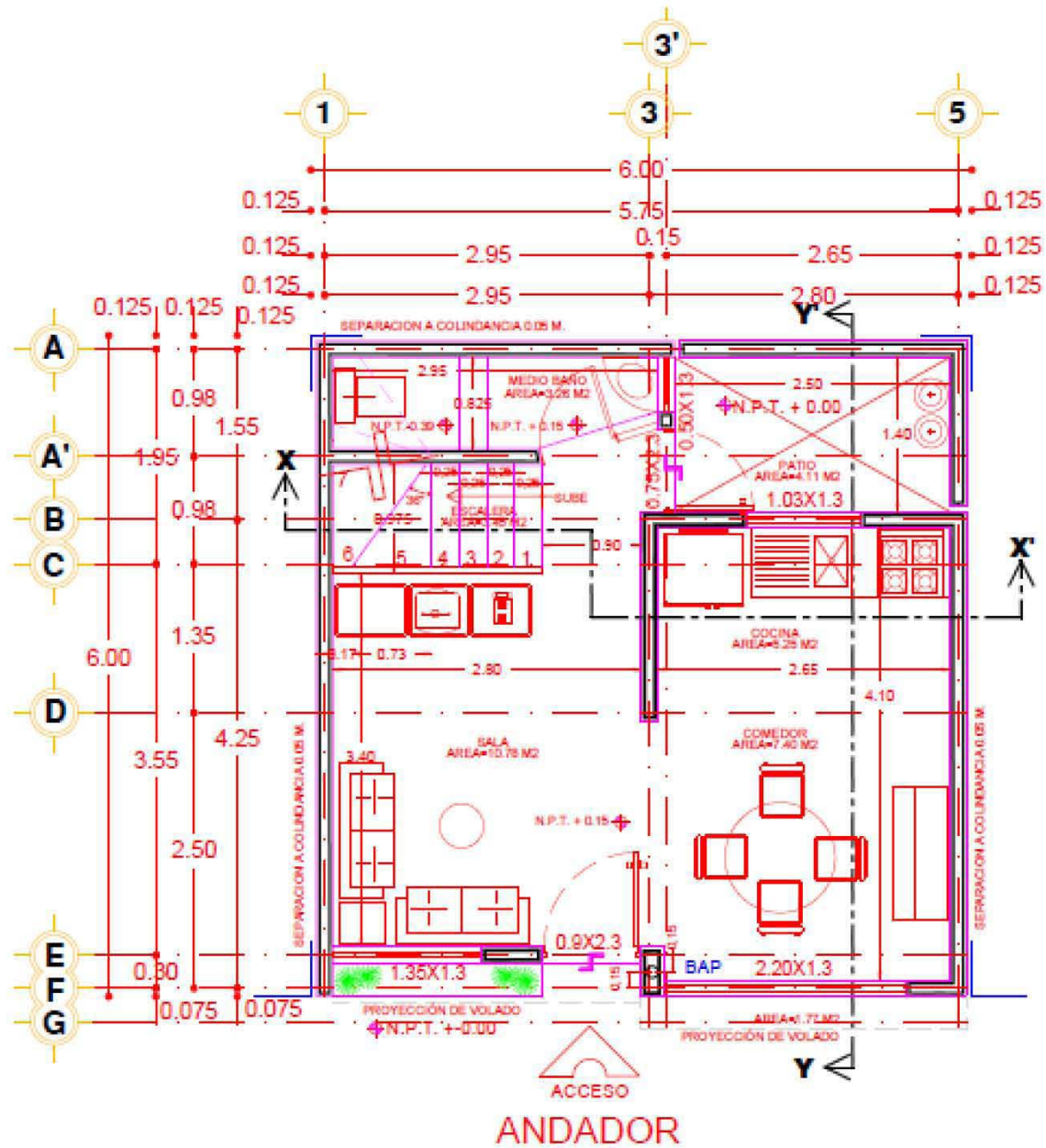


Figura 2-1 Ubicación del predio



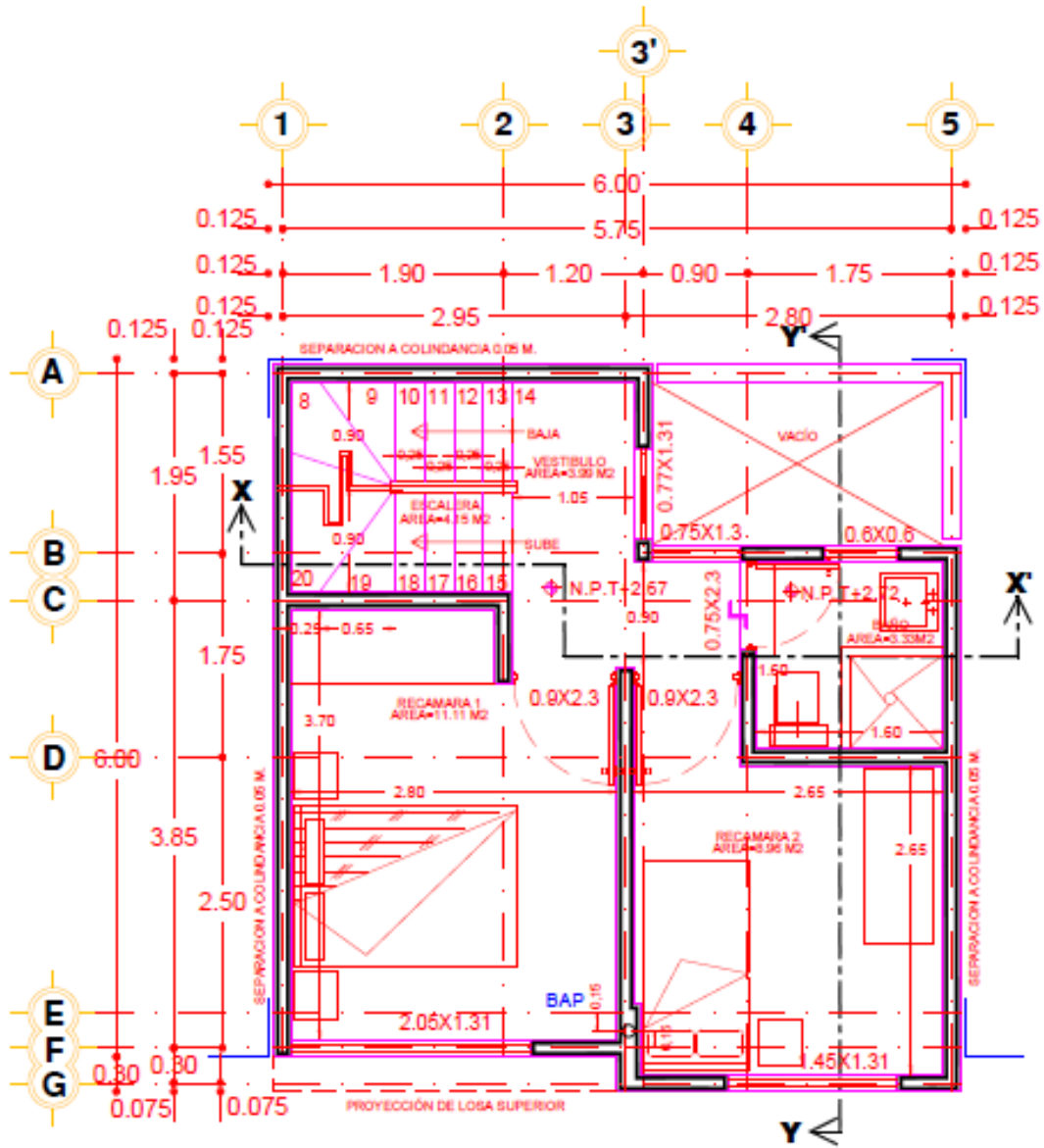
2.2 PLANOS ARQUITECTÓNICOS

El Instituto Nacional de la Vivienda de la Ciudad de México, a través de la Dirección de Mejoramiento de Vivienda, otorga a los beneficiarios del proyecto los planos del diseño arquitectónico de las viviendas. En las Figuras Figura 2-2 a la Figura 2-7 los planos correspondientes a la vivienda en la cual se harán las recomendaciones pertinentes para el proceso de certificación.



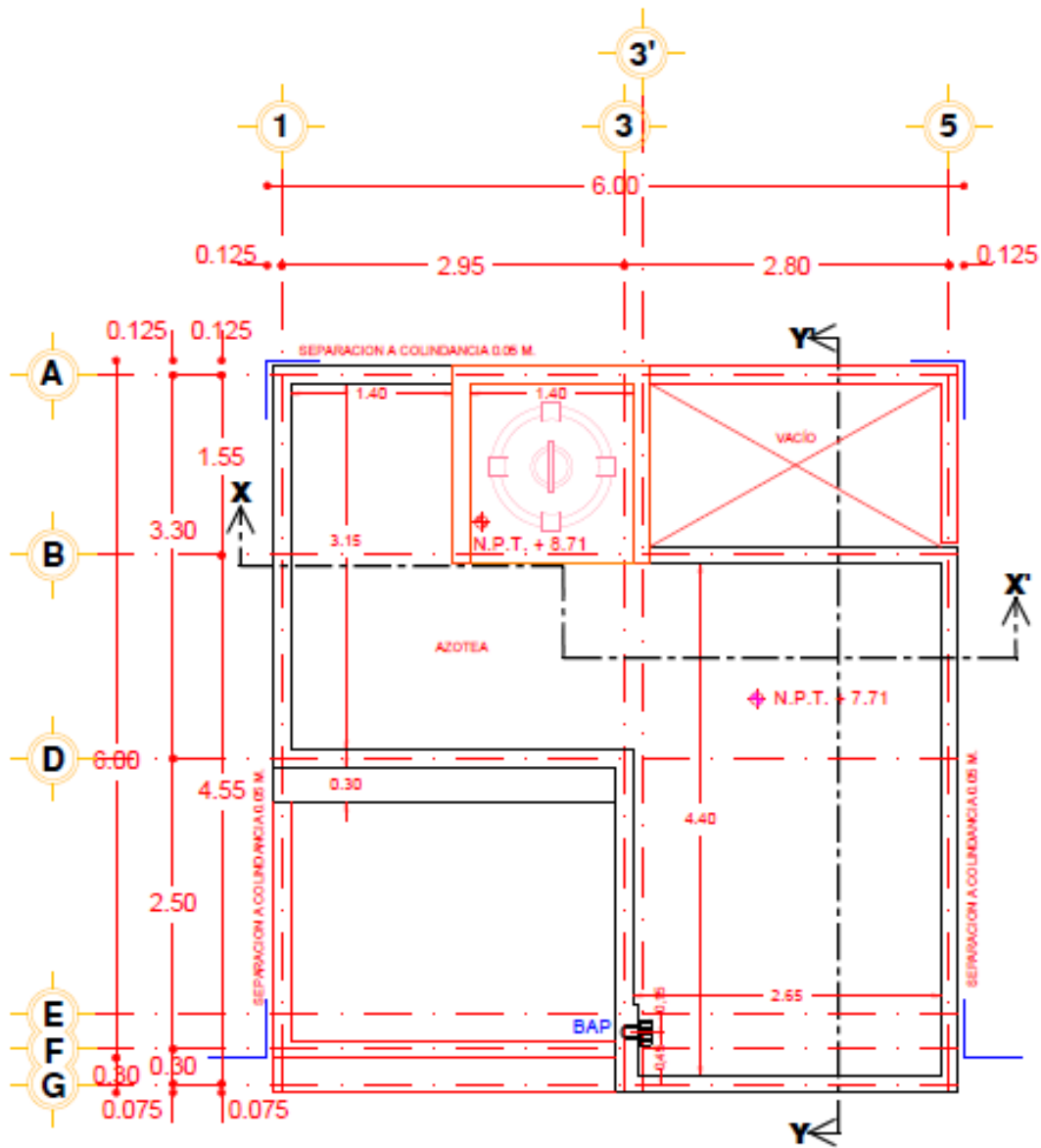
PLANTA BAJA NIVEL +0.15

Figura 2-2 Planta baja nivel +0.15



PLANTA NIVEL +2.67

Figura 2-3 Planta Nivel +2.67



PLANTA NIVEL +7.71

Figura 2-5 Planta Nivel +7.71

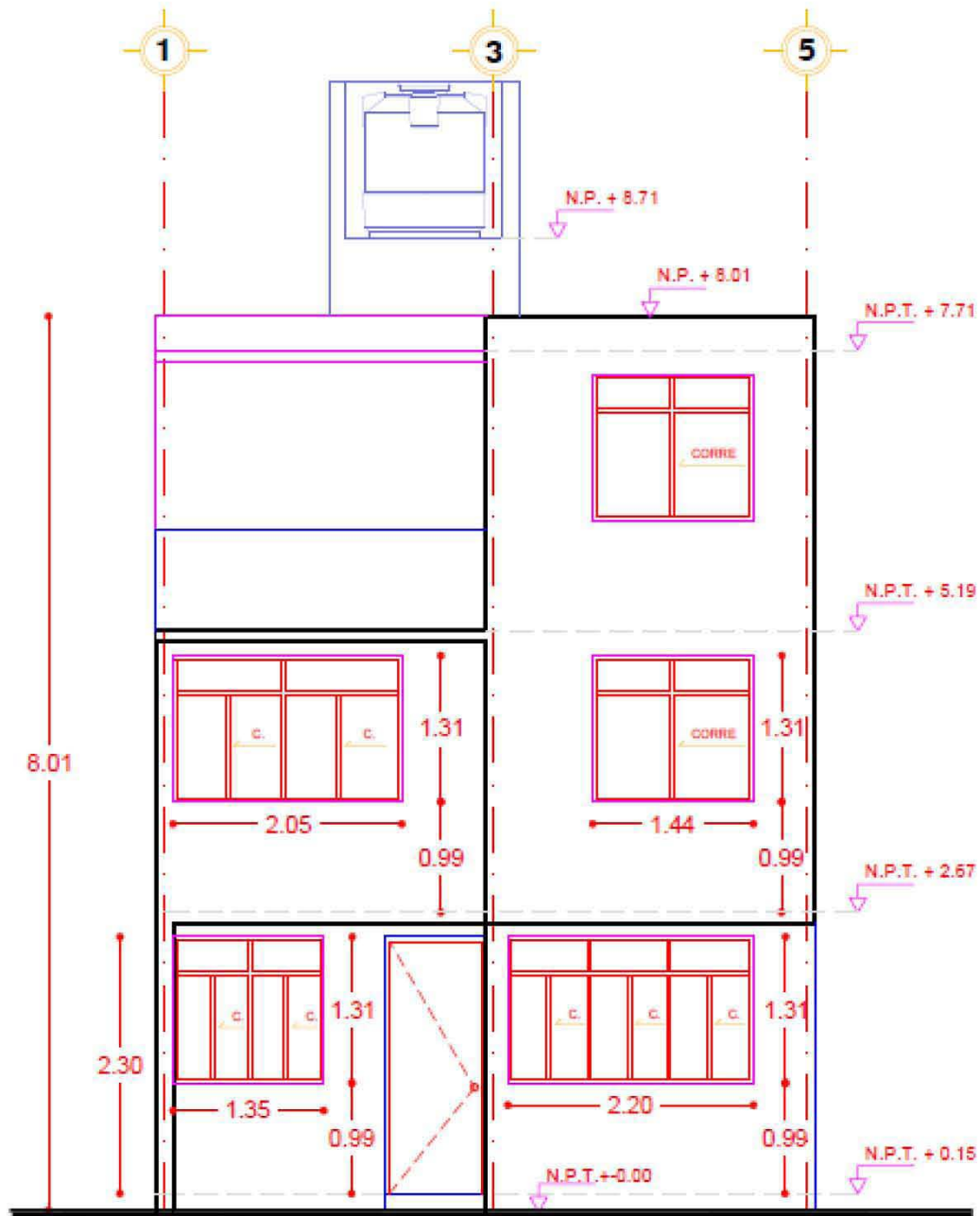


Figura 2-6 Vista frontal

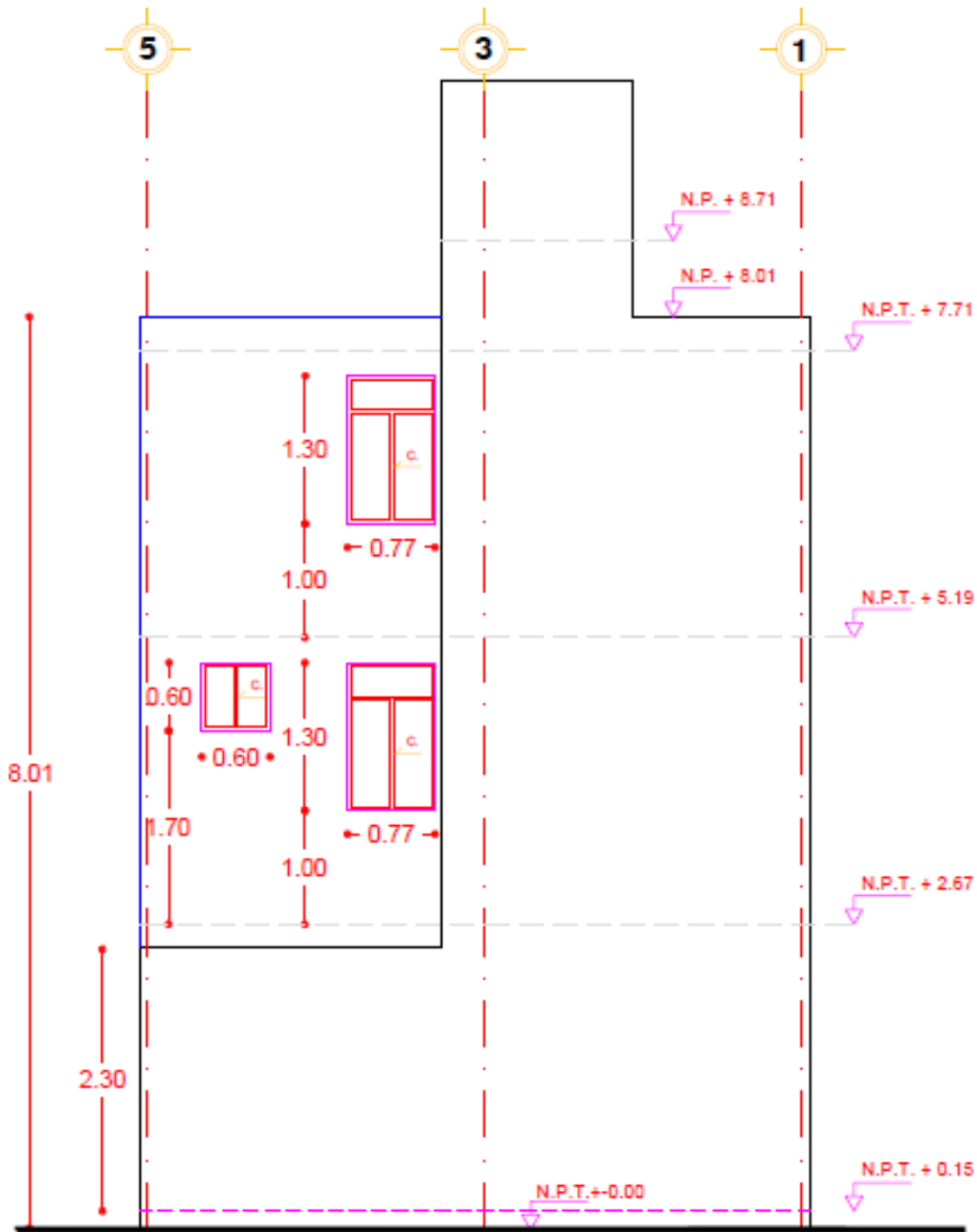


Figura 2-7 Vista trasera

3 PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EDIFICACIONES SUSTENTABLES

Dadas las condiciones demográficas de la Ciudad de México, la presión sobre el suelo de conservación, así como la demanda creciente de agua, energía y recursos naturales a la que está expuesta, el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) surge como una de las respuestas para atender a estos puntos, en concordancia con estrategias y acciones planteadas por el Gobierno de la Ciudad de México, a través del Plan Verde, para encaminar a la Ciudad de México hacia la sustentabilidad de su desarrollo, tales como:

- I. Cambio climático y energía;
- II. Reducción en el consumo de agua e incremento de su reutilización y tratamiento;
- III. Manejo adecuado de residuos; y
- IV. Ciudadanía verde y cooperación.

El PCES 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 energética que contribuyen a la conservación y preservación de los recursos naturales en beneficio social y mejorar la vida de los habitantes de la Ciudad de México.

El control y operación del programa está centrado en un Comité Promotor de Edificios Sustentables (COPES) integrado por las Secretarías locales de: Medio Ambiente, Desarrollo Urbano y Vivienda, Obras y Servicios, Finanzas, Desarrollo Social, Transporte y Vialidad y por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Asimismo, participan SEMARNAT, Comisión Nacional de Vivienda, la Coordinación de Uso Eficiente de Energía, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, el Instituto Politécnico Nacional, el Colegio de Ingenieros Ambientales de México (CINAM), el Consejo Consultivo del Agua y el Instituto de Ingeniería de la UNAM, Energía, Tecnología y Educación, Centro de investigación de Energía de la UNAM, Asociación Nacional de Energía Solar, Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, QS MEXIKO, ABC Diseño y Construcción, Picciotto Arquitectos, entre otros. (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2008).



3.1 OBJETIVO DE PROGRAMA

Promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de edificaciones en la Ciudad de México, con base en criterios de sustentabilidad y eficiencia ambiental.

3.2 ACTORES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO

Los actores involucrados son todas aquellas entidades que se encuentran o forman parte de un grupo que tengan relación directa o indirecta con el proyecto de proceso de certificación en la Ciudad de México. Dichos actores se enlistan a continuación ordenados por grupos de ejecución.

- **Gobierno de la Ciudad de México**
 - Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA)
 - Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO)
 - Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI)
 - Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX)
 - Secretaría de Finanzas (SEFIN)
 - Secretaría de Desarrollo Social (SEDESO)
- **Organismos de apoyo**
 - Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica
 - Instituciones financieras
 - Bancos
 - Servicio de administración tributaria
 - Aseguradoras
- **Promovente o implementador**
 - Edificios de Gobierno
 - Unidades Habitacionales
 - Escuelas
 - Corporativos
 - Hoteles
- **Comité Promotor de Edificios Sustentables (COPES)**
 - Secretarías Locales del Gobierno de la Ciudad de México.

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)
- Coordinación de Uso Eficiente de Energía
- Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM)
- Instituto Politécnico Nacional (IPN)
- Colegio de Ingenieros Ambientales de México (CINAM)
- Consejo Consultivo del Agua
- Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)
- Asociación Nacional de Energía Solar
- Centro de Investigación de Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIE-UNAM)
- Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía de la Edificación
- QS MEXIKO
- ABC Diseño y Construcción
- Picciotto Arquitectos

Estos actores deben desempeñar funciones específicas. El Gobierno de la Ciudad de México tiene la función de otorgar a través del Comité el Certificado de Edificación Sustentable.

Las funciones del Promovente son: elaborar la solicitud de ingreso al PCES y someterse al proceso de certificación.

El implementador tiene las funciones de diagnosticar y evaluar, elaborar el plan de acción, implementar programas, objetivos y metas, así como las acciones correctivas del plan de acción y verificar el cumplimiento de las mismas por el Promovente.

Las funciones del certificador son evaluar el cumplimiento de los lineamientos de programa, verificar el cumplimiento del plan de acción, emitir recomendaciones de emisión de certificado y realizar visitas de seguimiento para corroborar el cumplimiento de las acciones (QS MEXIKO, 2016).

3.3 BENEFICIOS DEL PROGRAMA

Los beneficios del programa se clasifican principalmente en dos rubros: ambientales y económicos (ver Figura 3-1).

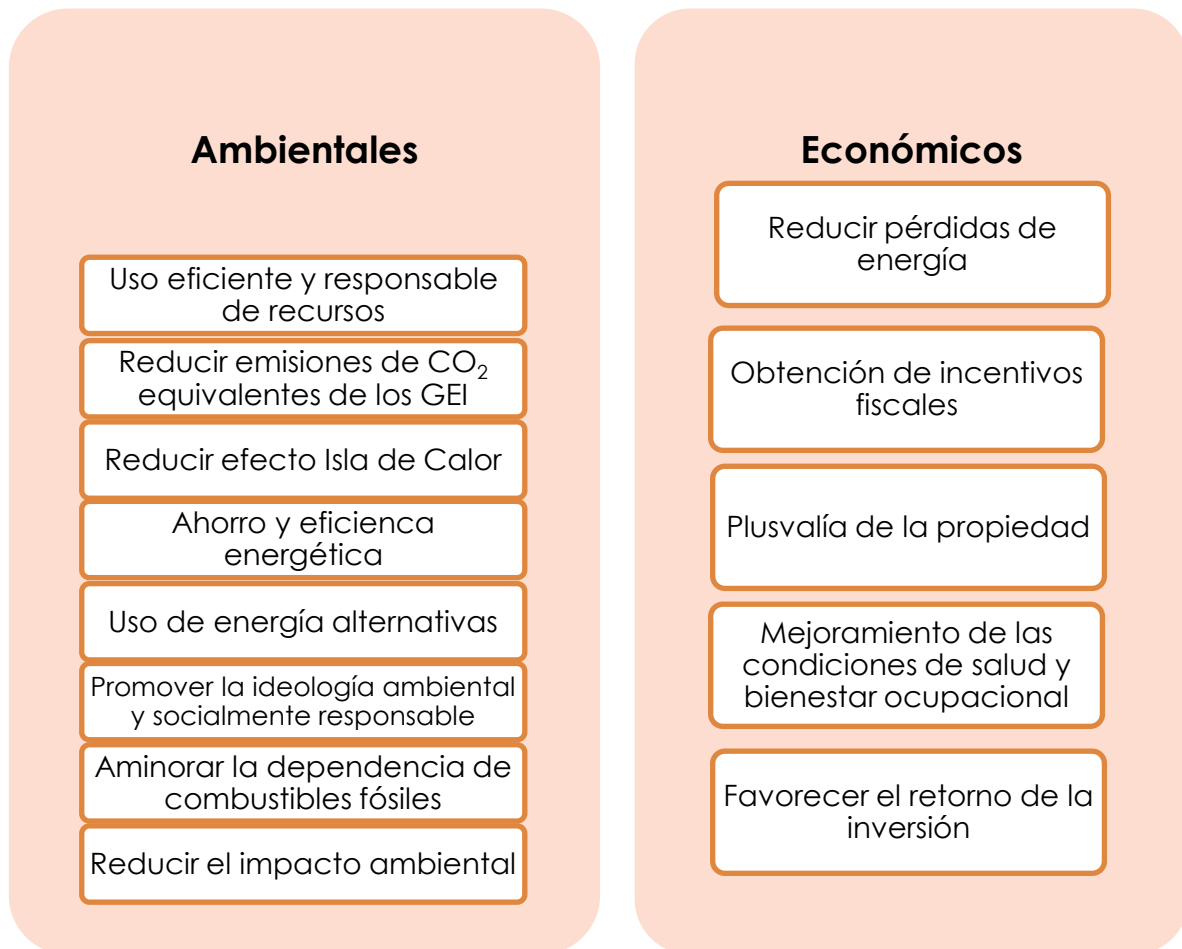


Figura 3-1 Beneficios económicos y ambientales del PCES (SEDEMA, 2014)

3.4 NIVELES DE CERTIFICACIÓN

Los certificados de edificaciones sustentables serán expedidos de acuerdo con el grado de cumplimiento de los criterios de sustentabilidad, mediante las tres categorías de certificación que se muestran en la Figura 3-2.

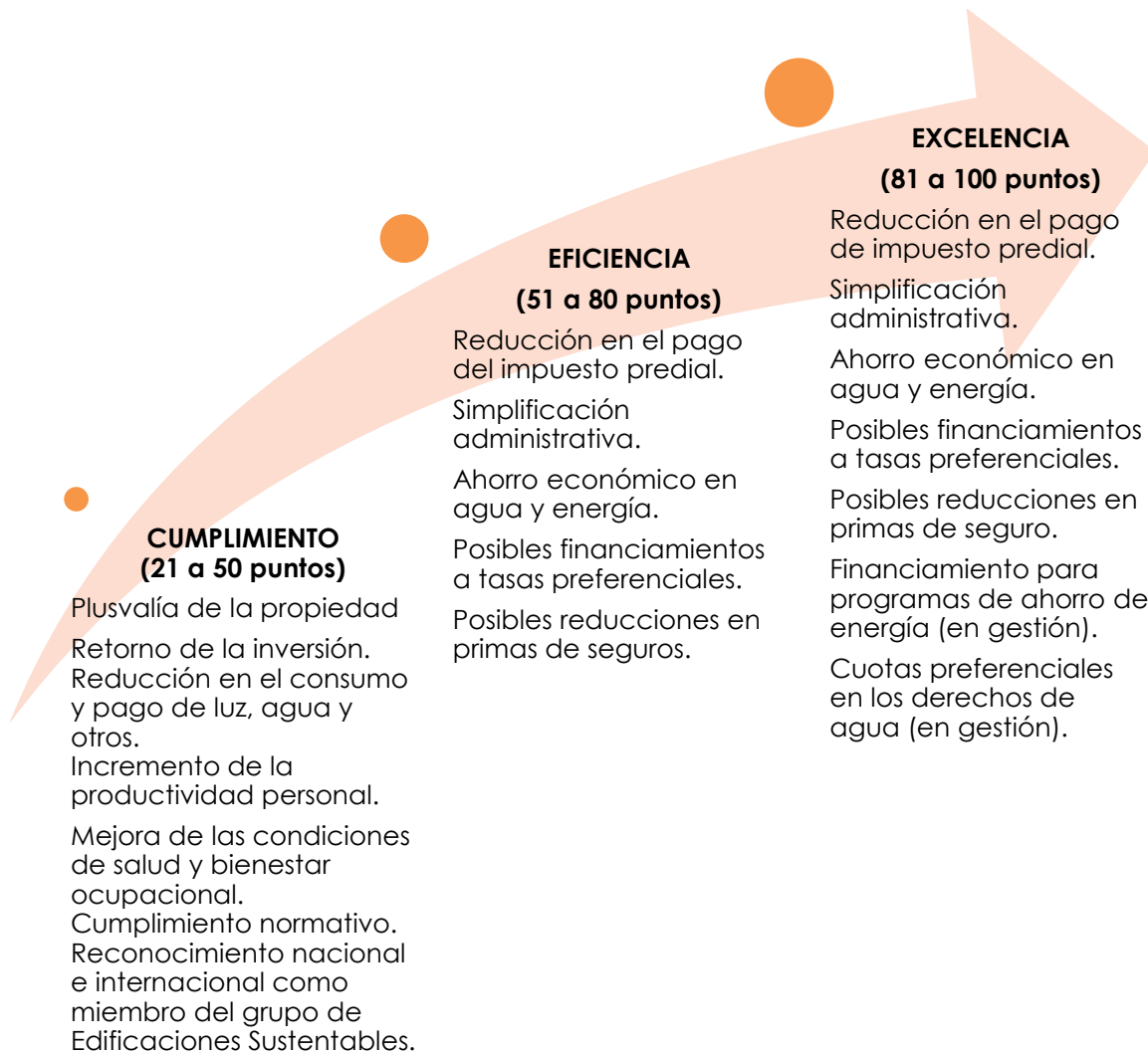


Figura 3-2 Niveles y beneficios del proceso de certificación (SEDEMA, 2014)

3.5 CRITERIOS DE CERTIFICACIÓN

Como ya se mencionó, este proceso de certificación tiene que ver con el ámbito de energía, agua, manejo de residuos, calidad de vida y responsabilidad social e impacto ambiental y otros impactos; otorgándose a cada uno de los rubros una puntuación con base ponderada sobre 100 puntos como se aprecia en la Figura 3-3.

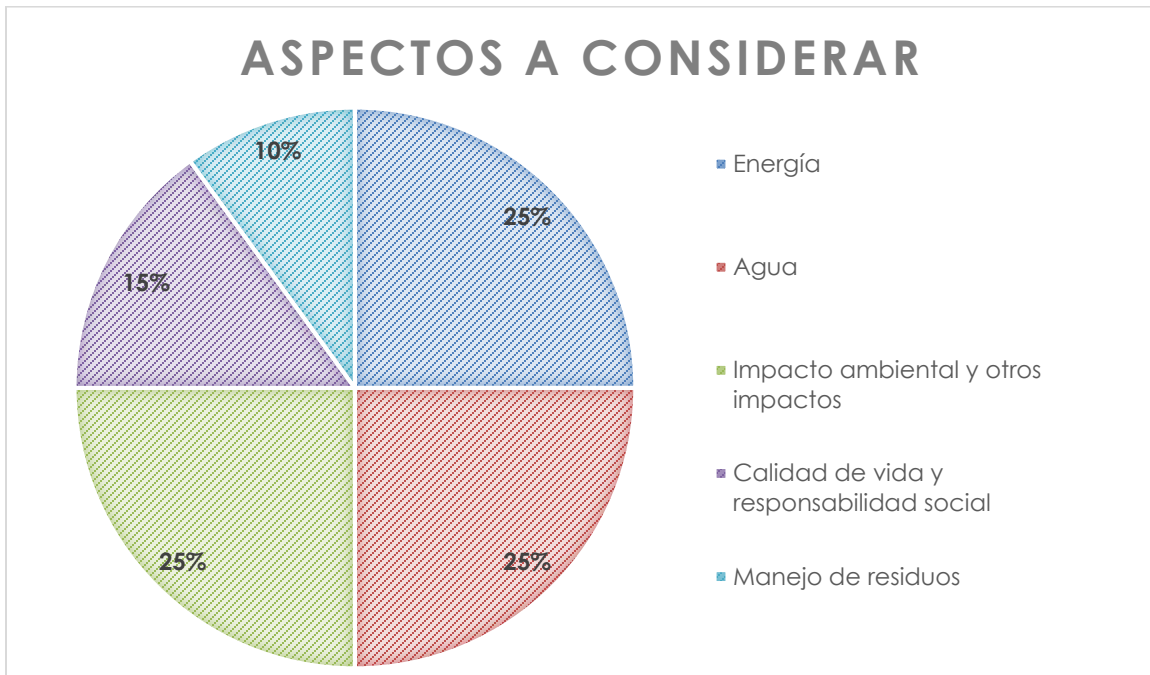


Figura 3-3 Criterios de certificación PCES (SEDEMA, 2014)

Para el sector de energía, la ponderación de puntos se presenta en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1 Ponderación para el criterio de energía (SEDEMA, 2014)

ENERGÍA (25%)		
RUBRO	CONCEPTO	PUNTAJE
VIVIENDA	Ahorro de energía eléctrica	18
	Instalaciones de calentadores solares	7
	Total	25
OFICINA	Ahorro de energía eléctrica	
	Total	25

Además, por las instalaciones voluntarias de sistemas fotovoltaicos, en cualquiera de las edificaciones mencionadas, podrán obtenerse 8 puntos extra. De igual manera, para los edificios de oficina que necesiten utilizar agua caliente, y que instalen voluntariamente calentadores solares, se les podrán otorgar hasta 7 puntos extra, de acuerdo a las reducciones que se generen de gas.

En el sector de agua se distribuirá 20% en captación, 32% en tratamiento y 50% en ahorro de agua potable distribuyéndose en la ponderación que se resume en la Tabla 3-2.

Para el primer rubro se podrán obtener 5 puntos siempre y cuando se acredite

infraestructura construida para la captación y aprovechamiento de las aguas pluviales en usos específicos y/o para la infiltración de aguas pluviales en donde se pueda recargar al subsuelo de acuerdo a las normatividades y aprobaciones de SACMEX; para el segundo rubro, aguas grises, se podrán obtener 8 puntos por la implementación de una planta para su tratamiento o por la utilización del agua residual tratada de la red municipal; finalmente, para el caso del ahorro de agua potable, se podrán obtener 5 puntos por acreditación de eliminación de fugas, más 5 puntos por tecnologías, dispositivos o elementos ahorradores de agua y 2 puntos por campañas de concientización en usuarios lo que generarían hasta 12 puntos por este rubro.

Tabla 3-2 Ponderación para el criterio de agua (SEDEMA, 2014)

AGUA (25%)	
CONCEPTO	PUNTAJE
Captación y/o infiltración de aguas pluviales	5
Tratamiento y uso de aguas grises	8
Ahorro de agua potable	12
Total	25

El criterio de calidad de vida y responsabilidad social se subdivide en apartados de: Edificios nuevos destinados para la vivienda, edificios en operación destinados para oficina, edificios en operación destinados para la vivienda y edificios en operación destinados para oficina; cada uno de ellos se detallan en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3 Ponderación para el criterio de calidad de vida y responsabilidad social (SEDEMA, 2014)

CALIDAD DE VIDA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL (25%)		
RUBRO	CONCEPTO	PUNTAJE
EDIFICIOS NUEVOS DESTINADOS PARA VIVIENDA	Naturación de azoteas	8
	Incorporación de diseño bioclimático	4
	Controlar niveles de ruido	3
	Mantenimiento adecuado y oportuno	3
	Instalación de biciestacionamientos	2
	Generar una cultura de participación	1
	Abstenerse de usar bienes de dominio público	4
	Total	25



CALIDAD DE VIDA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL (25%)		
EDIFICIOS NUEVOS DESTINADOS PARA OFICINAS	Naturación de azoteas	7
	Incorporación de diseño bioclimático	3
	Facilidades de transporte para los empleados	3
	Construcción de bahías de ascenso y descenso	3
	Controlar niveles de ruido	1
	Mantenimiento adecuado y oportuno	2
	Instalación de biciestacionamientos	2
	Generar una cultura de participación	1
	Abstenerse de usar bienes de dominio público	3
Total	25	
EDIFICIOS EN OPERACIÓN DESTINADOS PARA VIVIENDA	Naturación de azoteas	8
	Controlar niveles de ruido	3
	Mantenimiento adecuado y oportuno	5
	Instalación de biciestacionamientos	3
	Generar una cultura de participación	2
	Abstenerse de usar bienes de dominio público	4
Total	25	
EDIFICIOS EN OPERACIÓN DESTINADOS PARA OFICINAS	Naturación de azoteas	7
	Facilidades de transporte para los empleados	5
	Construcción de bahías de ascenso y descenso	3
	Controlar niveles de ruido	1
	Mantenimiento adecuado y oportuno	3
	Instalación de biciestacionamientos	2
	Generar una cultura de participación	1
	Abstenerse de usar bienes de dominio público	3
Total	25	

Sumado a lo anterior pueden obtenerse, para cualquier de las edificaciones mencionadas, hasta 3 puntos extra por proveer áreas verdes que proporcionen confort y propicien la interacción social y hasta 4 puntos extra por instalar bici estaciones con préstamo de bicicletas para inquilinos o empleados.

Además, se podrán obtener hasta 4 puntos extra, en el caso de unidades habitacionales, por el diseño e implementación de ciclovía interna y hasta 5 puntos

por remodelaciones de carácter bioclimático en edificios de vivienda o para oficina en operación.

En el sector de impactos ambientales y otros impactos, se distribuyen los 15 puntos para edificaciones nuevas y edificaciones en operación de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3-4 Ponderación para el criterio de impactos ambientales y otros impactos (SEDEMA, 2014)

Tabla 3-4 Ponderación para el criterio de impactos ambientales y otros impactos (SEDEMA, 2014)

IMPACTOS AMBIENTALES Y OTROS IMPACTOS (15%)		
RUBRO	CONCEPTO	PUNTAJE
EDIFICIOS NUEVOS	Incrementar el número de cajones de estacionamiento con uso de elevadores o sin sacrificio de área libre	6
	Reciclaje de predios	1.5
	Por respeto de uso de suelo y cumplimiento del PDU	1.5
	Utilización de materiales locales, distancia reducida de proveedores, uso de productos biodegradables, uso de materiales ambientales amigables para acabados, uso de materiales reciclados para la construcción, y reutilización de estructuras existentes	6
	Total	15
EDIFICIOS EN OPERACIÓN	Incrementar el número de cajones de estacionamiento con uso de elevadores o sin sacrificio del área libre	9
	Utilización de materiales locales, distancia reducida de proveedores, uso de productos biodegradables, uso de materiales ambientales amigables para acabados, uso de materiales reciclados para la construcción, y reutilización de estructuras existentes	6
	Total	15

Sumado a lo anterior, se pueden agregar 2 puntos extra por respeto de arbolado existente en edificios en operación.

Para el sector de residuos sólidos, se ponderarán 10 puntos para edificios para uso habitacional y edificios para oficinas de acuerdo a lo estipulado por la Tabla 3-5.



Tabla 3-5 Ponderación para el criterio de impactos ambientales y otros impactos (SEDEMA, 2014)

RESIDUOS SÓLIDOS (10%)		
RUBRO	CONCEPTO	PUNTAJE
EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL	Infraestructura adecuada para el almacenamiento temporal	3
	Contar con señalamientos apropiados	0.5
	Mobiliario para el manejo interno	1.5
	Realizar separación de residuos valorizables	2
	Disposición final adecuada	3
	Total	
EDIFICIOS PARA OFICINAS	Infraestructura adecuada para el almacenamiento temporal	2.5
	Contar con señalamientos apropiados	0.5
	Mobiliario para el manejo interno	1.5
	Planes de manejo de bienes susceptibles de valorización	2
	Disposición final adecuada	2.5
	Programa de difusión y sensibilización en materia de separación de residuos	1
Total		10

3.6 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

En este rubro se fundan los procedimientos que establecen y consolidan los diseños, adaptaciones, práctica y sistemas que garantizan el cumplimiento de los criterios de sustentabilidad.

Éste puede iniciarse en cualquier etapa del sistema constructivo de la edificación, es decir, puede implementarse en el diseño, construcción, renovación u operación y se realiza acorde a las siguientes fases: *inscripción de la edificación, diagnóstico, plan de acción, ejecución y conclusión*; dichas fases se describen a continuación.

INSCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

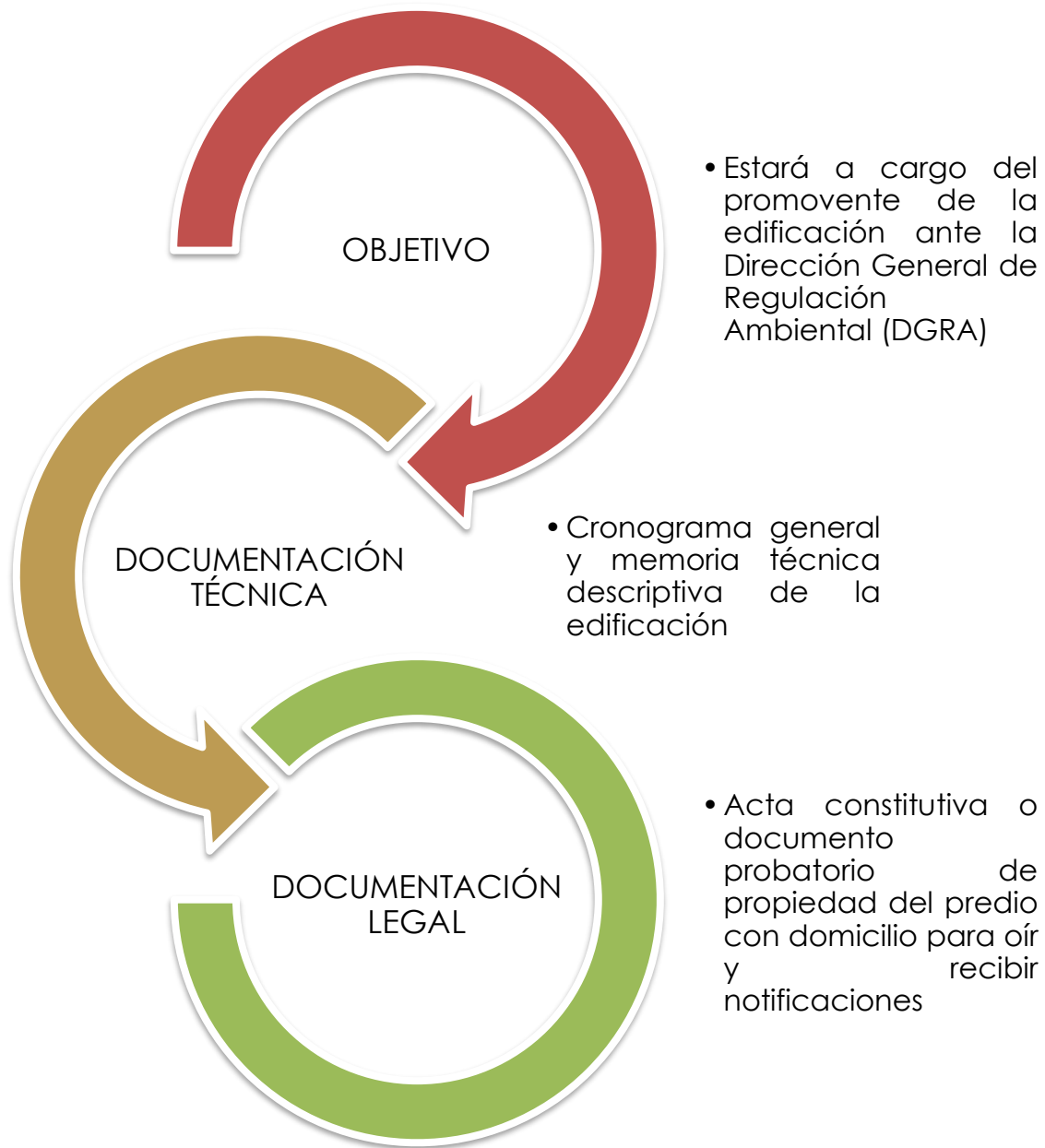
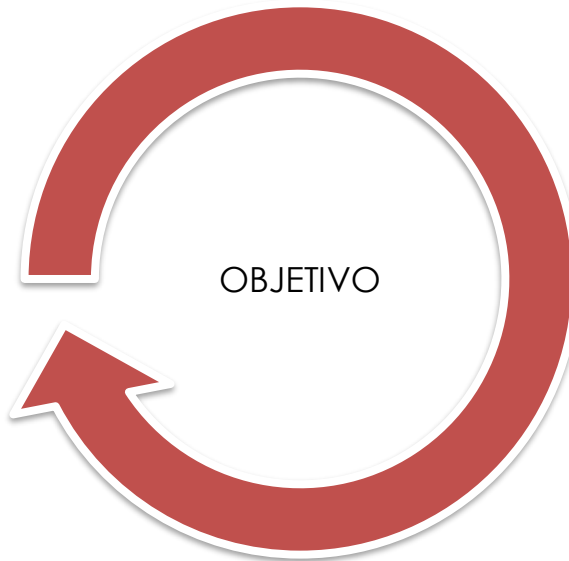


Figura 3-4 Fase I: Inscripción de la edificación. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012

DIAGNÓSTICO



- Determinar el puntaje en relación con la aplicabilidad de los criterios de sustentabilidad aceptados por el Comité Promotor de Edificaciones Sustentables (COPEs), a fin de detectar las áreas de oportunidad de acuerdo con las condiciones actuales de la edificación o proyecto y así optimizar el nivel de certificación a obtener.

Figura 3-5 Fase II: Diagnóstico. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012

PLAN DE ACCIÓN



- Desarrollar un dictamen de implementación donde se especifique los objetivos y metas, así como medidas, tiempo de ejecución y cronograma de seguimiento mediante indicadores de cumplimiento normativo. Se debe señalar el procedimiento de verificación de acciones tendentes.

Figura 3-6 Fase III: Plan de acción. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012

EJECUCIÓN



- Supervisar que el promovente establezca las acciones necesarias para la correcta ejecución del dictamen e implementación de los rubros ambientales.
- En esta etapa el implementador está facultado para:
 - Revisar y asesorar técnicamente con las coordinaciones.
 - Realizar reuniones de coordinación, seguimiento y verificación de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Figura 3-7 Fase IV: Ejecución. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012

CONCLUSIÓN



- Realizar la revisión final y el cumplimiento del reporte de implementación. Además, el promovente entregará el dictamen al organismo certificador elegido para dar inicio a la etapa de certificación.

Figura 3-8 Fase V: Conclusión. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012

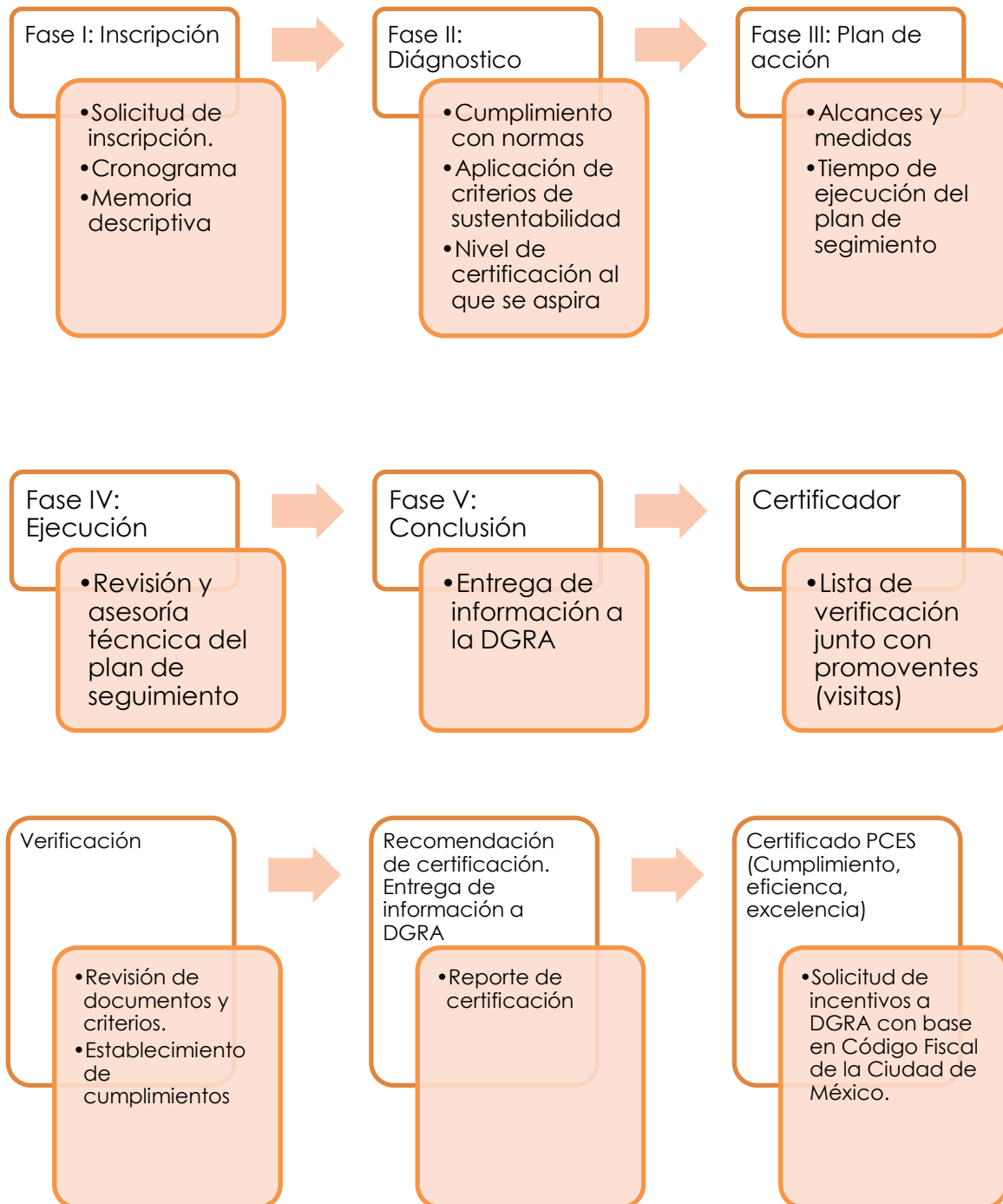


Figura 3-9 Proceso de certificación e implementación. Fuente: DGRA (SEDEMA, 2012)

4 CASO DE APLICACIÓN

Como ya se mencionó, la vivienda en la cual se realizarán las recomendaciones para alcanzar la certificación es la que se encuentra ubicada en el predio "Polígono 5" de la Alcaldía de Iztapalapa, Ciudad de México.

Para este capítulo, se clasificarán cada uno de los criterios mencionados anteriormente y las adecuaciones necesarias para la obtención de la puntuación correspondiente a cada rubro.

4.1 ENERGÍA

En este apartado se busca minimizar el uso de energías convencionales, en particular la no renovable, con la finalidad de ahorrar y hacer un uso racional de la energía. En la Figura 4-1 se presentan los niveles en los que se enmarcan los criterios de la sustentabilidad para el rubro de energía.

En dicho esquema, se presenta la posibilidad de acumulación de puntos partiendo del primer nivel, con base en el diseño de la edificación, hasta el tercer nivel, con base al consumo directo de energía.

El procedimiento para la acreditación de puntos que reconoce el programa es acumulativo, es decir, se podrán ir sumando puntos en cualquiera de los tres niveles de acuerdo a los especificado en la Figura 4-1.

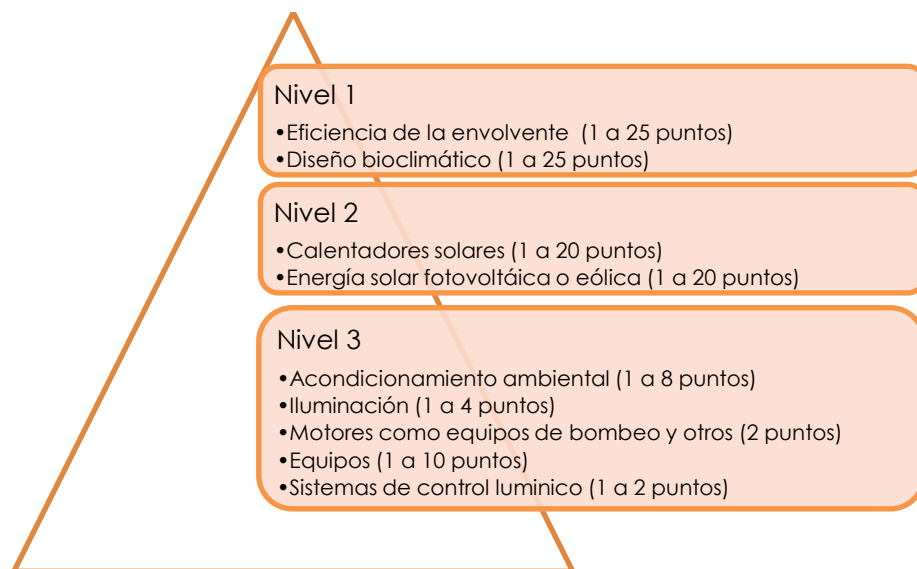


Figura 4-1 Niveles de los criterios de sustentabilidad en el rubro de energía (DGRA de la SEDEMA, 2014)



Tabla 4-1 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de energía (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Eficiencia de la envolvente	Hasta 20 puntos	Obtener una alta capacidad de conservación de la energía mediante el aprovechamiento de las características que el diseño y la localización de una edificación ofrece (soleamiento, humedad, vientos y brisas, temperatura media del suelo), así como propiciar el uso de materiales aislantes que reduzcan el consumo de energía para enfriamiento o calefacción.	Demostrar características de diseño eficiente en fachada, techos y muros, incluyendo el uso de materiales de construcción con propiedades aislantes. Se deberán presentar las memorias de cálculo de la ganancia de calor de la envolvente conforme a la NOM-008-ENER-2001 y la NOM-020-ENER-2001.
Diseño bioclimático	Hasta 25 puntos	Eliminar, o en su defecto, reducir la utilización de aire acondicionado o calefacción y optimizar el desempeño de la iluminación natural en las edificaciones para garantizar el confort de los usuarios aprovechando las condiciones naturales, climáticas y de soleamiento de la Ciudad de México.	Se deberá presentar una memoria descriptiva que incluya: <ul style="list-style-type: none">• Planos arquitectónicos con plantas, cortes, cortes por fachadas.• Caracterización climática con base en las normales climatológicas de la estación meteorológica más cercana.• Grafica solar ortogonal, estereográfica o equidistante de la zona de estudio.• Diagrama psicométrico• Análisis entre la gráfica solar, la

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
			caracterización climática, la determinación de días grados y los resultados psicométricos. <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de sombras. • Análisis de: balance térmico, manejo de viento, diseño de iluminación.
Energía solar fotovoltaica o eólica	Hasta 20 puntos	Aprovechar las condiciones climáticas de la Ciudad de México para generar energía eléctrica por medio de la energía solar fotovoltaica o eólica.	Memorias de cálculo de los sistemas de generación y acumulación de energía eléctrica. Los cálculos los deberán realizar los proveedores de tecnología, incluyendo memoria de cálculo y especificaciones técnicas de los equipos. Para el cumplimiento de este criterio, se deberá considerar la energía in situ comparando el porcentaje de la energía fotovoltaica o eólica con el consumo de energía eléctrica otorgándose 1 punto por cada 5 por ciento, es decir, será de forma lineal hasta obtener los posibles 20 puntos.
Calentadores solares	Hasta 15 puntos	Propiciar el aprovechamiento de energía solar térmica para el calentamiento de agua, con el fin de sustituir combustibles fósiles y reducir los contaminantes y GEI	Demostrar el aprovechamiento de energía solar térmica para el calentamiento de agua. Si los dispositivos de calentamiento solar cubren la totalidad de los



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Acondicionamiento ambiental	Hasta 8 puntos	Promover el uso de ventilación natural o elementos pasivos como medio de acondicionamiento térmico de las edificaciones, para disminuir el requerimiento y uso de aire acondicionado. En los casos que se utilice aire acondicionado, se promoverá el uso de equipos ahorradores de energía.	requerimientos de agua caliente, se otorgarán hasta 15 puntos. Los puntos otorgados corresponderán al porcentaje cubierto con dispositivos de calentamiento solar, a partir de 5 por ciento. Podrán acreditarse hasta ocho puntos por inclusión de elementos pasivos y de ventilación natural. Dichos puntos corresponderán al porcentaje de área construida que cuente con elementos de ventilación natural. A fin de acreditar dicho puntaje se requerirá de una descripción de los sistemas de ventilación natural o elementos pasivos utilizados y una estimación de las áreas correspondientes señaladas en planos. En el caso de edificios con aire acondicionado, se reconocerá el uso eficiente de la energía a través de equipos certificados, siempre que se cumplan con especificaciones de eficiencia. El puntaje corresponderá al porcentaje de los equipos utilizados en aire acondicionado que cumplan con las

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
<p>Iluminación eficiente</p>	<p>Hasta 4 puntos</p>	<p>Lograr un uso eficiente de la energía en los sistemas de iluminación, luminarias y focos, a través de un diseño eficiente y el uso de equipos y focos ahorradores certificados.</p>	<p>especificaciones anteriormente listadas, así como con una certificación del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (fide) o Energy Star, o equivalente.</p>
			<p> Demostrar el uso eficiente de energía en condiciones de diseño de instalaciones y/o en los equipos y focos de iluminación en operación. En el caso de edificaciones de oficinas en desarrollo la densidad de potencia eléctrica (DPEA) deberá ser menor a lo que marca la NOM-007-ENER-2004, "Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales", correspondiente a 14 W/m². La DPEA deberá mostrarse en documentos emitidos por el corresponsable de las instalaciones o en el dictamen de la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas (UVIE). En función de la cantidad de lámparas, focos y cualquier otro equipo de iluminación en una edificación ya sea de viviendas u oficinas, se contabilizarán aquellos que cumplan con etiqueta de certificación fide, Energy Star o similar.</p>



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Motores (bombas de agua y otros)	2 puntos	Promover el uso eficiente de la energía en el empleo de motores, incluyendo equipos de bombeo de agua.	Demostrar, mediante una hoja de especificaciones técnicas, el uso eficiente de energía en los equipos de bombeo de agua y otros motores eléctricos. De acuerdo con la NOM-016-ENER-2002, "Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicas, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kw. Límites, método de prueba y marcado", la eficiencia para cada motor debe ser igual o mayor que la eficiencia mínima asociada a la eficiencia nominal marcada en la placa de datos por el fabricante
Equipos	No aplica	Lograr un uso eficiente de la energía en equipos de refrigeración para vivienda y de cómputo para oficinas, a través del empleo de equipos certificados.	Demostrar el uso de equipos certificados por fide o Energy Star con al menos 10% de ahorro de energía. El puntaje se otorgará de acuerdo con el número de equipos certificados respecto del total empleado en la edificación. Se redondeará a la baja.

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Control lumínico	1 punto	Promover el uso de dispositivos de detección de movimiento y temporizadores para facilitar el ahorro de energía eléctrica utilizada en la iluminación.	El puntaje se otorgará al demostrar la existencia de dispositivos de control lumínico en al menos la mitad de las áreas de uso común, como pasillos y andadores.



De acuerdo con los puntajes de los criterios de la Tabla 4-1 y con base en las características de la vivienda, se puede sugerir lo siguiente:

- Eficiencia de la envolvente:

Para este criterio, se tiene que tomar en cuenta la NOM-008-ENER-2001 y la NOM-020-ENER-2001; sin embargo, la NOM-008-ENER-2001 es solamente aplicable para edificios no habitacionales y la NOM-020-ENER-2011 es aplicable para edificios habitacionales. Dicho lo anterior, utilizaremos los criterios de la NOM-020-ENER-2011. El objetivo del uso de la norma es el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado y uno de referencia, donde el criterio de aceptabilidad debe cumplir que la ganancia de calor del edificio proyectado debe ser menor al del edificio de referencia (Norma Oficial Mexicana, 2011)

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$$

en donde:

ϕ_p es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, en W;

ϕ_{pc} es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y no opacas de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, en W;

ϕ_{ps} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes no opacas de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, en W.

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$$

en donde:

ϕ_r es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia, en W;

ϕ_{pc} es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia por conducción, en W;

ϕ_{ps} es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia por radiación solar, en W.

Dado que la vivienda en estudio se encuentra dentro de una unidad habitacional donde el modelo arquitectónico de construcción es el mismo para cada una de las casas que conforman la unidad, se espera que no haya ganancia en este rubro pues no habría una casa de referencia de diseño diferente en las proximidades con la cual se pueda hacer la comparación.

- Diseño bioclimático

Para este apartado se realizará el análisis entre la gráfica solar, la caracterización climática, la determinación de días grados y los resultados del diagrama psicrométrico. Se lista los requerimientos bioclimáticos y las estrategias de control bioclimático preliminares en cada fachada, para cada mes y anual.

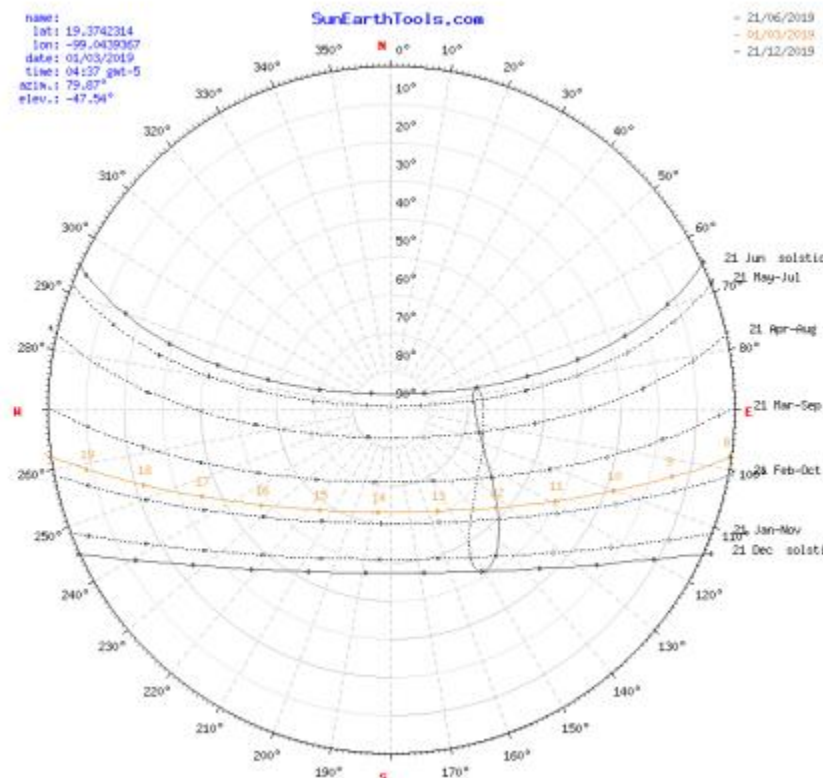


Figura 4-2 Gráfica solar para la zona de estudio

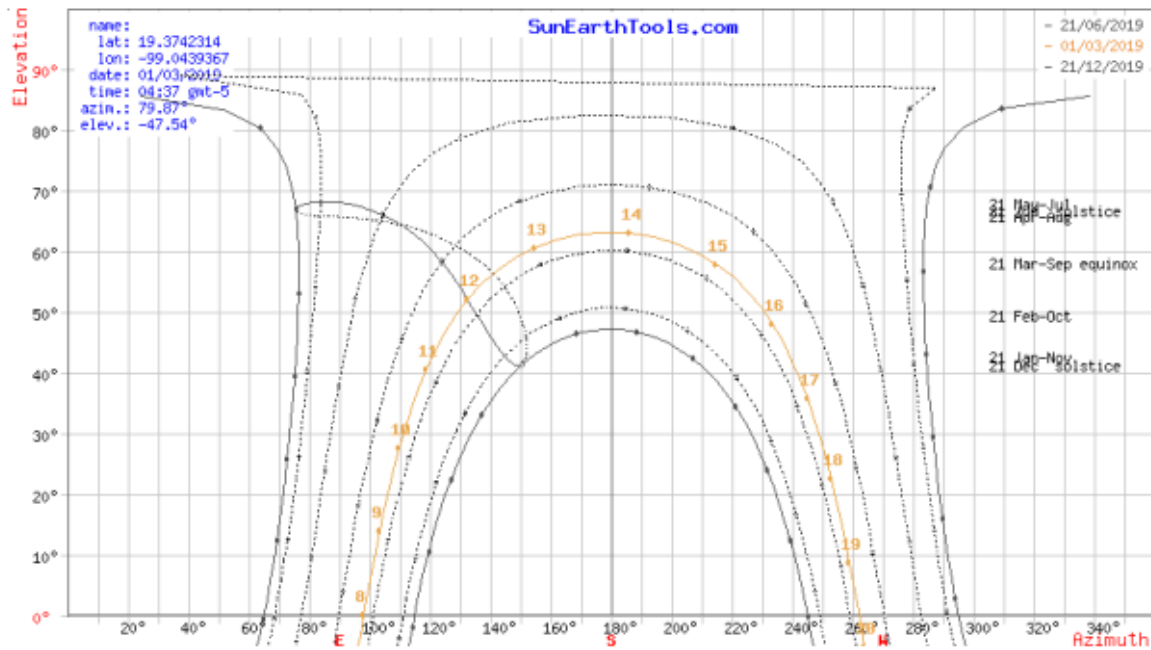


Figura 4-3 Gráfica elevación vs azimut para la zona de estudio

Para este punto, de acuerdo a las condiciones bioclimáticas en las que se encuentra el proyecto, se considera una obtención de **5 puntos** pues solo se han considerado dos requerimientos de los diez que se presentan en la tabla de requerimientos para el cumplimiento del criterio.

- Energía solar fotovoltaica o eólica

En este criterio se tiene que tomar en cuenta la racionalización del rendimiento real del módulo solar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Producción real en Wh} = \frac{(PN * TP) * HS}{CT - (TR > 25)}$$

Donde:

PN Potencia nominal del módulo solar

TP Tolerancia de potencia

HS Número de horas sol promedio anual del sitio donde se instalará el sistema solar

CT Coeficiente de temperatura de acuerdo a la ficha técnica

TR Temperatura ambiente

En la tabla siguiente se muestra una comparación técnica de algunas marcas que se comercializan en México.

Fabricante	Chinaland	Innotech Solar	Kyocera	Rene Sola	Solarever	Solartec	Solar World
Tipo	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino	Policristalino
Modelo	CHN-330-72M	ITS-250-ECOPLUS	KD250GX-LFB2	JC250M-24/Bb	PLM-250-P-60 SERIES (perlight)	S60PC	Plus SW 250 poly
Eficiencia	17.10%	15.80%	14.80%	15.40%	15.30%	15.29%	14.92%

Utilizaremos el fabricante con mayor porcentaje de eficiencia, el Chinaland, con modelo CHN-330-72M cuya ficha técnica es la siguiente:



Tabla 4-2 Ficha técnica de la celda fotovoltaica del modelo CHN-330-72M

MECHANICAL SPECIFICATION		ELECTRICAL CHARACTERISTICS		NOCT	
Cell type	Mono Crystalline 156.75 x 158.75 mm	Maximum Power At STC (Pmax)	330 W	Maximum Power At STC (Pmax)	246.0
Number of cells	72 (6x12)	Short Circuit Current (Isc)	9.24 A	Short Circuit Current (Isc)	7.48
Dimensions	1960x990x40 mm	Open Circuit Voltage (Voc)	45.5 V	Open Circuit Voltage (Voc)	42.1
Weights	23 kg	Maximum Power Current (Imp)	8.66 A	Maximum Power Current (Imp)	7.09
Front glass	3.2 mm Tempered Low Iron Glass	Maximum Power Voltage (Vmpp)	38.1 V	Maximum Power Voltage (Vmpp)	34.7
Frame	Clear Anodized Aluminum Alloy	Module Efficiency	17.10%	NOCT: Irradiance at 800Wm ² , Ambient Temperature 20°C, wind speed 1 m/s	
Junction box	IP88, with Bypass Diodes	Power Tolerance	0 → 3 %		
Connector	Mo4 Compatible	STC: 1000Wm ² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5			
Output	Tuv, length 900mm, 4.0mm ²				
SYSTEM INTEGRATION PARAMETERS		TEMPERATURE CHARACTERISTICS		PACKING CONFIGURATION	
Maximum System Voltage	VDC 1000 V	Nominal operating Cell Temperature	45°C ± 2°C	Container	20° GP
Maximum Series Current	15 A	Temperature Coefficient of Pmax	-0.40%/°C	Pieces Per Pallet	27
Increased Snowload Acc to IEC 61215	5400 Pa	Temperature Coefficient of Vsc	-0.29%/°C	Pieces Per Container	10
Operating Temperature	-40 → 86 °C	Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C	Pieces Per Container	270
Number of Bypass Diodes	3				

Con los datos de la ficha técnica del fabricante y sustituyéndolos en la ecuación de producción real, tenemos lo siguiente:

$$\text{Producción real en WH} = \frac{(330 \text{ wp} * 3\%) * 10.40 \text{ horas}}{-0.4\%/^{\circ}\text{C} - (21 > 25)} = 25.76 \text{ Wh}$$

Suponiendo un uso de 24 horas al día, tenemos una producción real diaria de:

$$\text{Producción real diaria en W} = 25.76 \text{ Wh} * 24 \text{ h/d} = 618.37 \text{ W}$$

- Calentadores solares

En este criterio, se recomienda la instalación de un calentador solar de modelo SL 240 del fabricante CaloRex cuya ficha técnica se muestra en la Tabla 4-3.



Figura 4-4 Calentador solar recomendable



Tabla 4-3 Ficha técnica del calentador CaloRex SL240 (Calorex, 2019)

MODELO	CALOREX SOLAR SL150	CALOREX SOLAR SL 240
Duchas que abastece	3	5
COLECTOR SOLAR		
Área bruta (m ²)	2	2.6
Área de absorción (m ²)	1.84	2.4
Altura total (cm)	194.5	211.7
Ancho x Profundo (cm)	104.6 x 8.1	122.7 x 8.1
Peso	27	33
Material del absorbedor	Aluminio – cobre	
Acabado exterior	Aluminio Anodizado Color Negro	
Aislamiento	Espuma Polimérica	Doble asilamiento de poliuretano y lana mineral
Vidrio solar	Vidrio templado texturizado antirreflejante de bajo contenido de hierro	
Superficie de absorción	Eco-Blue ® (Óxido de titanio)	
Marco del colector	Aluminio Anodizado Color Negro	
Presión máxima de prueba	9 kg/cm ² (883 kPa)	
Conexiones de entrada y salida de agua	Hembra de ¼" 14 NPT	
TERMOTANQUE		
Capacidad del tanque de almacenamiento (l)	150	240
Altura total (cm)	128	147.6
Diámetro (cm)	46.5	53.2
Peso (kg)	42	67.8
Garantía	10 años y 5 años en kit de conexiones	
Presión máxima de trabajo	6 kg/cm ²	
Válvula de drenado	Llave de nariz de nylon	
Válvula de alivio (kg/cm ²)	8	
Recubrimiento interior de tanque	Porcelanizado Duro-Glas (MR)	
Prueba de presión hidrostática	9 kg/cm ²	
Ánodos de protección catódica	Ánodo de aluminio	
Recubrimiento exterior	Pintura electrostática	
Aislante térmico	Poliuretano de alta densidad 28 mm	
Niple para conexión de entrada y salida de agua	¼ de pulgada	
Accesorios adicionales incluidos	Base metálica para soporte de termotanque (incluye el juego de mangueras) y kit de conexiones	

Se estima un ahorro de 80% en gas, lo que representa una disminución de contaminantes por la utilización de combustibles fósiles y gases de efecto invernadero. Por lo anterior, se pueden otorgar **12 puntos**.

- Acondicionamiento ambiental

Se recomienda la realización de los siguientes estudios:

- i. Realizar un estudio sobre el comportamiento térmico de los espacios; se deberán definir criterios máximos de 26.5°C para enfriamiento y 15°C en calefacción, en horarios ocupados.
- ii. Realizar un estudio de vientos dominantes.
- iii. Presentar una memoria de cálculo indicando el número máximo de horas de no cumplimiento (35 horas al año), entre 26.5°C para enfriamiento y 15°C en calefacción, en horarios ocupados.
- iv. Presentar planos de distribución de aire.
- v. Presentar estrategias de aprovechamiento de ventilación natural.
- vi. Las tomas de aire acondicionado deberán ser operables.

- Criterios sobre iluminación eficiente

Para la asignación de puntos, se otorgarán en función de la cantidad de lámparas, focos y cualquier otro equipo de iluminación en una edificación (vivienda para nuestra casa), se contabilizarán aquellos que cumplan con etiquetas de certificación del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), Energy Star o similar.

Se sugiere utilizar en todas las habitaciones que requieran de focos o lámparas los aquellos que tengan sello FIDE como alguno de los siguientes:

- i. Tecnolite
- ii. Plusrite
- iii. Havells

Siguiendo las recomendaciones de utilizar el 100% de focos con sello FIDE se estima obtener **4 puntos**.

- Motores (bombas de agua y otros)

En este criterio no se puede hacer por el momento la obtención de puntos, pues es necesario tener una comparación de diferencia de usos de energía en una bomba operable y una de proyecto. Dado que la vivienda se encuentra en proceso de construcción es difícil realizar la comparación.

- Equipos

Para este criterio, de entre el total de equipos que estén operando en una vivienda (por ejemplo: computadoras, refrigeradores, microondas), se contabilizarán cuáles son los que cumplen con la etiqueta FIDE o Energy Star. El puntaje se otorgará de



acuerdo con el número de equipos certificados en comparación con el total de equipos empleados.

Para vivienda en desarrollo este rubro no aplica.

- Sistemas de control lumínico

Los cálculos correspondientes a este criterio se harán de acuerdo con el total de las áreas comunes de un edificio que requieran iluminación, respecto a las áreas que cuentan con sistema de control de iluminación.

Para este rubro no se considerará la obtención de puntuación, porque actualmente no se cuenta con un sistema de control de iluminación que presente resultados para este rubro.

Por lo tanto, el total de puntos, que se obtendrían siguiendo las recomendaciones, para el rubro de energía es de **21** de 25 posibles puntos.

4.2 AGUA

En este apartado se busca reducir la dependencia de la Ciudad de México respecto a cuencas externas y la sobreexplotación del acuífero de la ciudad, para lo cual se debe limitar el consumo de agua y aprovechar mejor el recurso. En la Tabla 4-4 se muestra la ponderación de los criterios de sustentabilidad para el rubro de agua.

Tabla 4-4 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de agua (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Captación y uso de aguas pluviales en el inmueble	Hasta 5 puntos	Fomentar el aprovechamiento del agua de lluvia para reducir el consumo de agua de la red de distribución.	Instalación de un sistema de captación y aprovechamiento del agua pluvial para usos específicos. Para ello se deberá considerar la construcción de redes de drenaje separadas (pluvial y sanitario), así como una red de distribución del agua pluvial para las áreas atendidas. Los sistemas de captación y almacenamiento deberán contar con un dispositivo para evitar la entrada de los primeros escurrimientos, ya que éstos contienen sustancias y materiales lavados de las superficies de captación. La calidad del agua de lluvia susceptible de ser aprovechada en el inmueble deberá cumplir lo especificado en las tablas 1 y 2 de la NOM-127-SSA1-1994. Las características son: coliformes totales, menos de 2 NMP/100 mL; coliformes fecales, ausencia; color, menos de 20 unidades Pt-Co; turbiedad, menos de cinco unidades nefelométricas (UTN).
Infiltración de aguas pluviales	Hasta 5 puntos	Contribuir a la reducción del déficit en la	Instalación de un sistema de captación del



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
		<p>recarga del acuífero del Valle de México mediante la infiltración del agua pluvial captada en las azoteas u otras áreas de captación del inmueble.</p>	<p>agua pluvial procedente de azoteas y áreas cubiertas y su posterior infiltración en el terreno. Para ello, el inmueble deberá recurrir a un pozo de infiltración como se señala en la NOM- 015-CONAGUA-2007. Las instalaciones para llevar a cabo la infiltración del agua pluvial deberán apearse a lo especificado por la NOM-015-CONAGUA-2007 y considerar, en función del tipo de suelo en donde se encuentre el inmueble, la profundidad del pozo, con objeto de que contribuya a la recarga del acuífero del Valle de México. Como medida complementaria, se deberá considerar también la instalación de pavimentos permeables (adoquines, adocreto) en áreas de circulación y estacionamientos exteriores.</p>
Instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales y reúso	Hasta 8 puntos	Reducir el consumo de agua potable en la edificación mediante la reutilización de agua tratada in situ en servicios que lo permitan.	Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con la calidad de agua tratada requerida por la norma NOM-003-SEMARNAT-1997. Para el aprovechamiento en otro tipo de servicios

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
			<p>(lavado de pisos exteriores y banquetas, así como la descarga de sanitarios), la planta de tratamiento deberá cumplir con la calidad de agua tratada arriba especificada, pero contará al final del proceso con un sistema de filtración a presión y con una segunda operación de desinfección a la salida del filtro; al menos una de las dos operaciones de desinfección deberá hacerse utilizando el hipoclorito u otros métodos. La instalación deberá contar con todas las medidas de seguridad para el almacenamiento y el uso de reactivos, y habrá de considerarse el adecuado manejo de residuos generados durante el proceso (material sólido y lodos), así como el control de posibles impactos negativos, como la presencia de insectos, olores y ruido. El sistema de tratamiento podrá recibir las aguas grises o bien la combinación de aguas grises y negras. En este caso, las aguas grises no incluirán las provenientes de sanitarios (inodoros y mingitorios) ni de cocinas o cafeterías.</p>



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Utilización de agua residual tratada por la red municipal	Hasta 8 puntos	La reducción en el consumo de agua potable dentro de las edificaciones puede alcanzarse, entre varias medidas, mediante la sustitución de agua potable por agua residual tratada. Este criterio busca incentivar esa opción aun en el caso en que no se cuente con la infraestructura de tratamiento en el predio, pero sí se pueda tener acceso a agua tratada, ya sea por medio de una red específica o por camiones cisterna.	Se deberá firmar un contrato con el proveedor de agua residual tratada que cumpla con la NOM-003-SEMARNAT- 1997 y los medios para su abastecimiento en una cisterna dentro del predio. Esto puede lograrse ya sea con una red de distribución de agua tratada o bien con camiones cisterna. Con objeto de asegurar la calidad del agua tratada que se reutilizará en la edificación, el agua suministrada deberá seguir un tratamiento adicional por medio de un sistema de filtración a presión y con una operación de desinfección a la salida del filtro. Adicionalmente, la cisterna de agua tratada deberá tener una concentración de cloro residual de al menos 0.5 mg/l en todo momento.
Eliminación de fugas	5 puntos	Asegurar que las instalaciones hidráulicas de las edificaciones estén libres de fugas y evitar con ello su desperdicio.	Para atender este criterio no prorrateable, la edificación deberá probarse en cada una de las secciones que conformen la red de distribución de agua potable. En el caso de viviendas, una sección corresponderá a una vivienda. En el caso de oficinas, una

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
<p>Uso de tecnología eficiente para consumo de agua potable/Elementos ahorradores</p>	<p>5 puntos</p>	<p>Reducir el consumo de agua potable al introducir dispositivos y aparatos que requieran de menores volúmenes o caudales para su funcionamiento.</p>	<p>sección será todo ramal que se derive de la tubería general de distribución de agua en el interior de la edificación; típicamente se tratará de pisos o medios pisos. En el caso de que existan redes de distribución de agua tratada o de agua pluvial, éstas también deberán someterse a prueba de conformidad con este criterio.</p> <p>La instalación de dispositivos y aparatos con diseño apegado a favorecer el ahorro del agua que suministran para su uso o funcionamiento es el condicionante para optar por este criterio. Para ello se deben instalar, en todos y cada uno de los puntos de uso o suministro de agua en la edificación, dispositivos: reguladores de presión, grifos o llaves mezcladoras, regaderas de grado ecológico, inodoros de grado ecológico, accesorios que permitan ahorros adicionales, sistemas de riego por goteo y bajo control automático. Otros dispositivos para considerar son: llaves de cierre automático, mecánicas o con sensores electrónicos; mingitorios</p>



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Campañas sobre el uso eficiente y cultura del agua	No aplica	Contribuir al cuidado del agua y su uso eficiente entre los ocupantes de edificios de oficinas o habitantes de viviendas, mediante la educación y la concientización sobre el tema.	<p>secos o que requieran menos de 1.5 litros por descarga; inodoros de doble descarga; válvulas manuales tipo pistola en mangueras, y tarjetas de servicio con caudal menor de 10 l por minuto.</p> <p>El órgano responsable de la administración de la edificación deberá contar con un programa anual para el desarrollo de campañas dirigidas a los ocupantes de los inmuebles (sean empleados o residentes) con el objetivo de fomentar una cultura de cuidado y respeto hacia el agua. La meta debe ser inculcar en las personas hábitos que lleven a un uso eficiente del agua, con énfasis en el ahorro del recurso. La campaña debe ser adecuada para público adulto, en el caso de edificios de oficinas, y para adultos y niños, en el caso de viviendas. La campaña debe contar con medios impresos y audiovisuales, según las posibilidades con que cuente el inmueble.</p> <p>El material desarrollado por el Sistema de</p>

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
			Aguas de la Ciudad de México y por la Comisión Nacional del Agua deberá ser considerado como soporte adicional.



De acuerdo con los puntajes de los criterios de la Tabla 4-4 y con base en las características de la vivienda, se puede sugerir lo siguiente:

- Captación y uso de aguas pluviales en el inmueble

Se sugiere la implementación del dispositivo *Tlaloque* de Isla Urbana® en su versión "Kit bronce" debido a que cuenta las características requeridas para poder obtener la puntuación, a saber: discriminador de primeras lluvias, captación y almacenamiento de agua pluvial (Isla Urbana, 2018). Este producto puede utilizarse en sanitarios y para riego e incluye Tlaloque con filtro de hojas, reductor de turbulencia, pichancha flotante, dosificador de cloro Acualim cisterna 6 meses, filtro SDT 20" papel plisado y manuales (ver Figura 4-5).

Se recomienda hacer pruebas de turbiedad, color, coliformes totales y coliformes fecales para verificar el cumplimiento de la NOM-127-SSA1-1994.



Figura 4-5 Kit bronce del sistema residencial Tlaloque. Fuente: Isla Urbana

Con lo anterior, se prevé una obtención de **5 puntos**, pues el agua captada y utilizada será destinada para los principales requerimientos del programa: riego y sanitarios.

- Infiltración de aguas pluviales

Para este apartado, se debe considerar que la normativa de este rubro es aplicable en todo el territorio nacional a las personas que ejecuten obras o actividades para

la infiltración mediante disposición de aguas pluviales y escurrimientos superficiales al suelo y subsuelo en obras o conjunto de obras que tengan una capacidad mayor a 60 litros por segundo (lps) de acuerdo a la NOM-015-CONAGUA-2007.

Sin embargo, no se considerará la implementación de alguna obra de infiltración para aguas pluviales y/o escurrimientos superficiales por lo que no se discurrirá la obtención de puntos para este apartado.

- Instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales y reúso

Se recomienda la implementación de un biodigestor (ver Figura 4-6) que utilice un proceso anaerobio para llevar a cabo un tratamiento primario del agua residual. Este tipo de sistema debe cuidar el medio ambiente, prevenir la contaminación de mantos acuíferos y cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes en la NOM-003-SEMARNAT-1997 (ver Tabla 4-5).

Tabla 4-5 Límites máximos permisibles de contaminantes, promedio mensual. Fuente: NOM-003-SEMARNAT-1997

Tipo de reúso	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites (mg/l)	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
Servicio al público con contacto directo	240	≥ 1	15	20	20
Servicio al público con contacto indirecto u ocasional	1,000	≤ 5	15	30	30

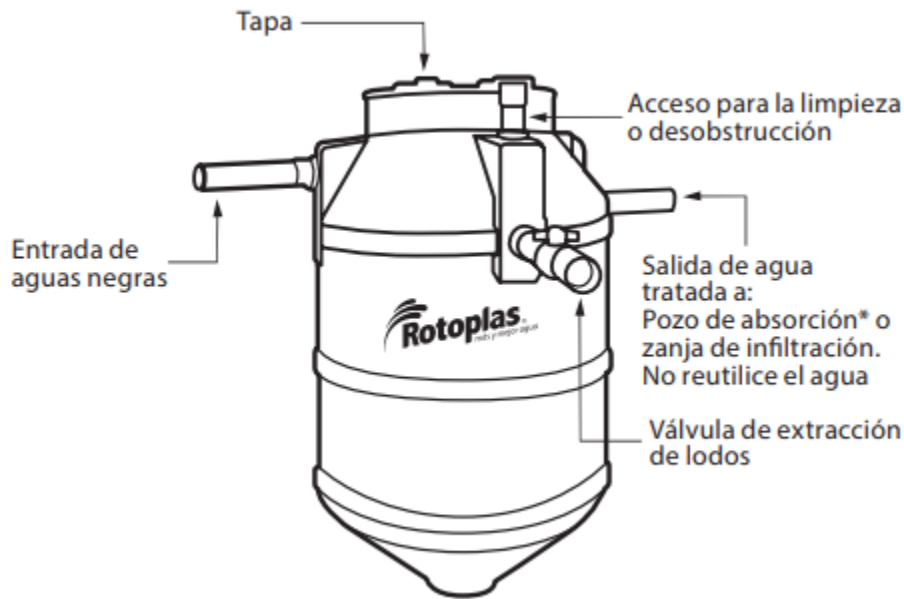


Figura 4-6 Biodigestor propuesto. Fuente: Rotoplas

Dado que solo se utilizará el sistema para el tratamiento primario del agua residual y que no se utilizará esa agua para alguna actividad (como riego, sanitarios, lavado de carros o banquetas), ya que para dichas actividades se utilizará el agua pluvial del apartado anterior; se considera la obtención de **3 puntos** en este rubro.

- Utilización de agua residual tratada por la red municipal

Como se mencionó en el rubro anterior, no se pretende utilizar el agua tratada producto del deshecho de la vivienda ni tampoco se prevé la adquisición de pipas con este producto pues para eso se debería llegar a un acuerdo entre la comunidad implicada pues, como se ha mencionado en repetidas ocasiones, la vivienda forma parte de una unidad habitacional.

Por lo anterior, no se considerarán puntos en este rubro.

- Eliminación de fugas

Debido a que la edificación se encuentra en proceso de construcción, se puede comprobar que los materiales utilizados en su construcción son de la mejor calidad consiguiendo con ello que no existan problemas de fuga en los primeros años de su vida útil.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se podrán obtener **5 puntos** para este rubro; sin embargo, se sugiere que se vaya pensando en un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para los años posteriores.

- Uso de tecnología eficiente para consumo de agua potable / Elementos ahorradores

Se sugiere la implementación de dispositivos y aparatos con diseño apegado a favorecer el ahorro de agua que se suministra para su uso, cómo:

- I. reguladores de presión de entrada de agua;
- II. grifos o llaves mezcladoras para fregaderos y lavabos de 2.5 litros por minuto, de acuerdo con la NMX-C-415-ONNCCE "Industrias de la construcción, válvulas para uso doméstico. Especificaciones y métodos de prueba", o menor (ver Tabla 4-6);
- III. regaderas de grado ecológico de acuerdo con la NOM-008-CNA-1998 "Regaderas empleadas en el aseo corporal. Especificaciones y métodos de prueba", regaderas de 3.8 litros por minuto, o menor (ver Tabla 4-7);
- IV. inodoros de grado ecológico, como lo establece la NOM-009-CONAGUA-2001 "Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba";
- V. accesorios varios que permitan ahorros adicionales, como aireadores en lavamanos;
- VI. sistemas de riego por goteo o por aspersión y bajo control automático. Cuando aplique, se otorgará uno de los cinco puntos por instalar dichos sistemas; de otro modo se obtendrán cuatro puntos por este criterio.

Otros dispositivos para considerar son: llaves de cierre automático, mecánicas o con sensores electrónicos; mingitorios secos o que requieran menos de 1.5 litros por descarga; inodoros de doble descarga; válvulas manuales tipo pistola en mangueras, y tarjetas de servicio con caudal menor de 10 l por minuto.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores se podrán obtener **5 puntos** para este rubro.



Tabla 4-6 Gasto máximos en válvulas o grifos. Fuente: NMX-C-415-ONNCCE-2015

Tipo	Gasto máximo L/min para designación ecológica
Para lavabo	6
Para lavabo en áreas públicas	1.9
Para fregadero	6
Para regadera	N.A.
Para jardín	N.A.
Para seccionamiento	N.A.
Para llenado de tinaco o cisterna	N.A.

N.A.: No aplica

Tabla 4-7 Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera. Fuente: NOM-008-CNA-1998

Regadera tipo	Presión mínima kPa (kgf/cm ²)	Gasto mínimo (l/min)	Presión máxima kPa (kgf/cm ²)	Gasto máximo (l/min)
Baja presión	20 (0.2)	4.0	98 (1.0)	10.0
Media presión	98 (1.0)	4.0	294 (3.0)	10.0
Alta presión	294 (3.0)	4.0	588 (6.0)	10.0

* Cuando el gasto mínimo sea menor a 3.8 litros por minuto se podrá calificar como "ecológica", en ningún caso se podrá rebasar el gasto máximo.

** Las regaderas sólo podrán emplear reductores de flujo cuando éstos sean removibles.

- Campañas sobre el uso eficiente y cultura del agua

Este rubro no aplica en viviendas en desarrollo ni oficinas en desarrollo, por lo que no se considera la obtención de puntos.

Por lo tanto, el total de puntos, que se obtendrían siguiendo las recomendaciones, para el rubro de agua es de **18** de 25 posibles puntos.

4.3 CALIDAD DE VIDA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Al hablar de sustentabilidad se está hablando de estructura, funcionalidad, costos, duración y responsabilidad tanto ambiental como social. Es así como surgen los principios de eficiencia y eficacia y la incorporación de tecnologías y sistemas de control en áreas de la construcción, así como el uso de materiales reusables y bajos en componentes tóxicos y la implantación de prácticas ambientales responsables

como la separación en origen y el reciclaje.

En este rubro, el PCES busca englobar las acciones que lleven a cabo los habitantes para concebir un mejor nivel de vida, al crear áreas naturales y áreas verdes, desincentivar el uso del automóvil y fomentar el uso de bicicletas.

En la Tabla 4-8 se muestra la ponderación de los criterios de sustentabilidad para el rubro de calidad de vida y responsabilidad social.



Tabla 4-8 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de calidad de vida y responsabilidad social. (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Naturación de azoteas	Hasta 7 puntos	Incrementar la cantidad de áreas verdes para promover el aumento de los beneficios ambientales, del embellecimiento paisajístico de las edificaciones y para compensar el área verde perdida durante el proceso de construcción.	Para la validación de este criterio es necesario que el sistema de naturación horizontal y/o vertical abarque un área mínima correspondiente a 40% de la azotea de la edificación, según lo establecido por la norma ambiental NADF-013-RNAT-2007 "Especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal". El 60% restante podrá reservarse para la eventual instalación de otros servicios como colectores solares, paneles fotovoltaicos, almacenadores térmicos, etcétera. El riego deberá hacerse con agua pluvial o tratada; esto dependerá del tipo de naturación seleccionada (extensiva, semintensiva, intensiva).
Accesibilidad	2 puntos	Facilitar el acceso de personas con capacidades diferentes y otros grupos vulnerables al edificio, así como su desplazamiento y utilización de espacios comunes dentro de éste.	Garantizar elementos arquitectónicos que permitan el acceso al edificio de personas con discapacidad, los desplazamientos horizontales y verticales, así como el uso de espacios comunes dentro del edificio.

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
<p>Proporcionar facilidades de transporte a usuarios permanentes</p>	<p>Hasta 2 puntos</p>	<p>Se busca que las edificaciones se ubiquen a no más de 500 m de los nodos del sistema de transporte público o que, en su defecto, proporcionen formas de transporte para los usuarios permanentes.</p>	<p>Para la validación de este criterio es necesario que la edificación cuente con elementos y características como: paradas de autobús, estaciones de transferencia multimodal, bahías de acceso, etc. Asimismo, se requiere que dichos elementos estén debidamente señalizados. Finalmente es necesario que este criterio sea socializado entre los usuarios de la edificación. Una distancia recomendable, del edificio a un centro de transporte, es de 0.5 a 1 kilometro.</p>
<p>Construcción de bahías de ascenso y descenso de transporte</p>	<p>1 punto</p>	<p>Evitar la obstrucción vehicular en las entradas principales de las edificaciones, mediante la preparación de bahías de ascenso y descenso de vehículos que permitan el estacionamiento de al menos tres vehículos dentro de los límites del predio.</p>	<p>La validación de este criterio estará en función de la habilitación de las bahías, ya sea internalizando el área de recepción, o bien la banqueta a fin de dejar un espacio mínimo para tres vehículos o de utilizar 18 m lineales para ello.</p>
<p>Controlar el nivel de ruido dentro de las edificaciones</p>	<p>2 puntos</p>	<p>Reducir los niveles de contaminación ambiental por ruido en las edificaciones, durante el proceso de desarrollo y de operación.</p>	<p>Para la validación de este criterio pueden utilizarse varios métodos, a saber: colocación de barreras físicas, doble ventana, cubierta vegetal, bahías de ascenso y descenso e indicaciones de prohibición de alertas sonoras de vehículos,</p>



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
			entre otras.
Mantenimiento adecuado y oportuna	2 puntos	Mejorar la eficiencia en el consumo de recursos energéticos y financieros, así como disminuir la generación de contaminantes, mediante el mantenimiento de los equipos e instalaciones del edificio.	Presentación de un plan de mantenimiento con las acciones necesarias para garantizar la funcionalidad y la conservación física del edificio en el corto, mediano y largo plazo. Cabe mencionar que dichas actividades deberán ser congruentes con la tipología del edificio (vivienda, oficinas). Asimismo, se deberán desglosar las actividades por tipo de mantenimiento, a saber: preventivo o correctivo.
Instalación de biciestacionamientos	Hasta 3 puntos	Promover medios de transporte alternativos no motorizados, brindando las facilidades necesarias a los ciclistas para estacionar su bicicleta de manera cómoda y segura.	La cantidad de biciestacionamientos a instalar estará principalmente en función del uso del edificio, su ubicación geográfica dentro de la ciudad (zona baja o de lomas), así como del tiempo de estancia dentro del mismo.
Generar una cultura de participación en la sustentabilidad	2 puntos	Fomentar la participación de los residentes u ocupantes de los edificios en actividades que contribuyan al uso eficiente de los recursos y al mantenimiento de las instalaciones del inmueble, así como a la sustentabilidad del	Se requiere de una campaña de sustentabilidad con diversas actividades socioculturales donde se involucren los actores u ocupantes de la edificación. Dicha campaña deberá contar con

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
		<p>mismo, mediante la educación y la concientización. Adicionalmente se hará sinergia con las acciones de sustentabilidad y se tenderá a fomentar el cambio de patrones de consumo.</p>	<p>objetivos y metas específicos, así como con un cronograma para el cumplimiento de los objetivos en el corto y mediano plazo, al igual que con una medición de los avances. La campaña debe ser adecuada para el público adulto, en el caso de los edificios de oficinas, y para adultos y niños, en el de las viviendas. La campaña debe contar con medios impresos y audiovisuales, según las posibilidades con que cuente el inmueble.</p>
<p>Proveer de áreas verdes diseñadas para proporcionar confort y propiciar la interacción social</p>	<p>Hasta 3 puntos</p>	<p>Reducir el efecto isla de calor al generar áreas verdes que además funcionen como espacios de encuentro y relajación para los usuarios, permanentes y flotantes, de la edificación, así como la integración con el medio natural. Cabe mencionar que estos espacios serán zonas libres de humo de cigarro.</p>	<p>El proyecto contemplará criterios de sustentabilidad y educación ambiental como ahorro y uso eficiente de agua, ahorro de energía y la utilización de ecotecnias, entre otros. Dicho programa debe elaborarse según lo dispuesto en la norma ambiental NADF- 006-RNAT-2004.</p>
<p>Biciestacionamientos</p>	<p>2 puntos</p>	<p>Promover medios de transporte alternativo no motorizado mediante la provisión de bicicletas a los residentes o usuarios de la edificación.</p>	<p>Las biciestaciones son estaciones de préstamo de bicicletas para los usuarios del edificio. Este servicio está pensado para incentivar el uso de la bicicleta como transporte alternativo no motorizado.</p>
<p>Ciclovía interna</p>	<p>2 puntos</p>	<p>Proporcionar esparcimiento en las unidades</p>	<p>El criterio aplica únicamente para unidades</p>



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
	habitacionales y fomentar una cultura para la utilización de transportes alternos y la recreación.	habitacionales y busca la instalación de ciclovías internas para disfrute de los residentes del conjunto. Deberá asegurar la interconexión entre los edificios del conjunto y con la calle, y de ser posible, con otros servicios como estaciones. Las ciclovías podrán compartir la banqueta con los peatones, al igual que todo el arroyo vehicular o una sección del mismo. De igual manera, las ciclovías trazadas sobre una sección del arroyo vehicular deberán estar señaladas y contar con un ancho suficiente (1 a 1.50 m) para permitir el tránsito de bicicletas alejadas del tráfico.	

De acuerdo con los puntajes de los criterios de la Tabla 4-8 y con base en las características de la vivienda, se puede sugerir lo siguiente:

- Naturación de azoteas

Los sistemas de naturación tienen como objetivo principal incrementar la cantidad de áreas verdes que proporcionen beneficios ambientales, aportar al embellecimiento paisajístico de las edificaciones y compensar el área verde perdida por la construcción de edificaciones. También tienen funciones de aislamiento térmico y acústico, protección de la edificación contra los efectos de los rayos solares y de la intemperie, así como reducir los gastos energéticos producidos por el uso de equipos de calefacción y refrigeración al interior de los inmuebles. (Norma Ambiental para el Distrito Federal, 2008). Los componentes básicos de una cubierta naturada se presentan en la Figura 4-7.

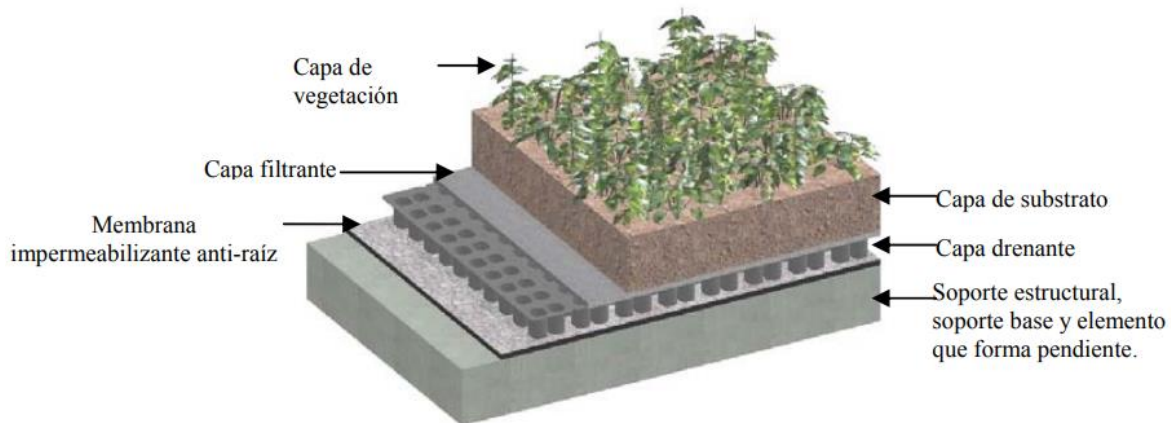


Figura 4-7 Componentes básicos de una cubierta naturada. Fuente: NADF-013-RNAT-2007

El sistema de naturación propuesto deberá abarcar un área mínima correspondiente al 40% de la azotea de la vivienda, contar con especies que favorecen la fijación de CO_2 , así como contar con sistemas radicales de poca profundidad, con buena capacidad de regeneración y con una altura de crecimiento menor a los 50 cm. De igual manera, deberán seguir las indicaciones de la Figura 4-8.

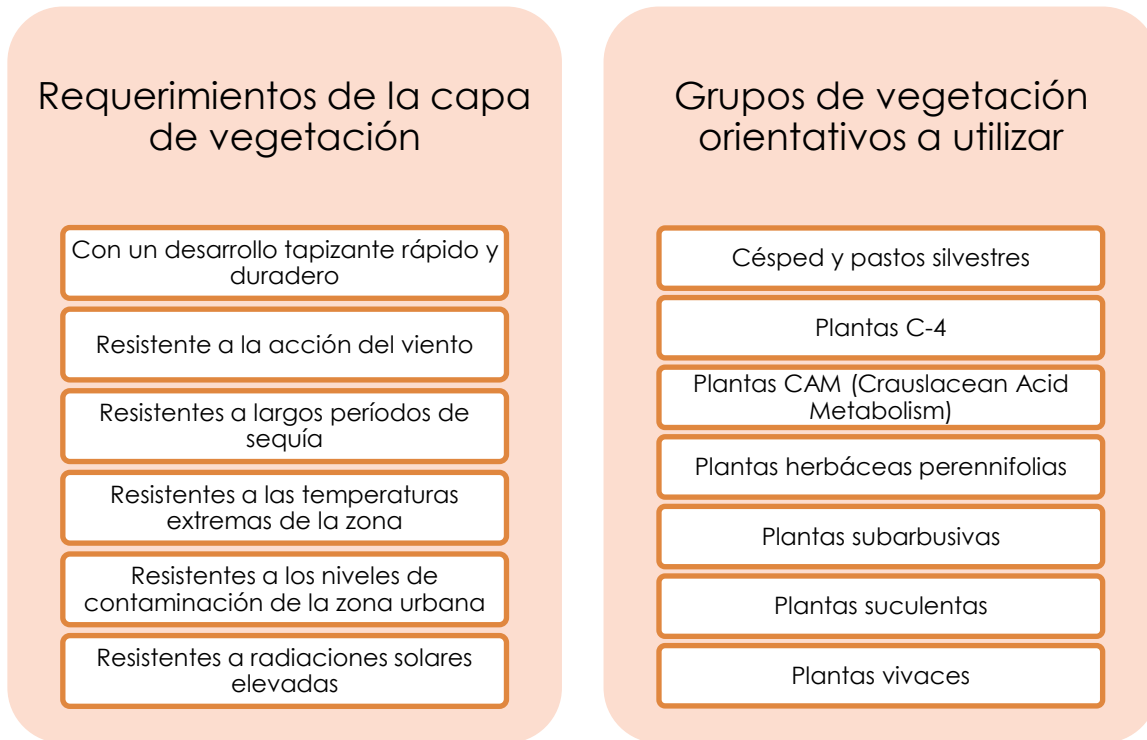


Figura 4-8 Características de la capa de vegetación. Fuente: NADF-013-RNAT-2007

Nota: Para otros casos, en caso de que no pueda realizarse la naturación horizontal (azotea) se podrá realizar la naturación vertical (en áreas no permeables como muro ciego, bardas perimetrales del edificio) guardando las mismas proporciones que la horizontal.

Por lo anterior, se estima una obtención de **7 puntos**.

- Accesibilidad

La discapacidad no es una enfermedad o padecimiento, es el resultado de la interacción entre las personas con alguna deficiencia y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación en la sociedad en igualdad de condiciones (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)).

Este rubro busca dotar de facilidades a las personas con discapacidad para su libre movilidad dentro de la edificación. Lo anterior, para garantizar que las personas con discapacidad puedan vivir en forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida. Para ello, las autoridades deben adoptar medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en

igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones.

Para lograr lo anterior se sugiere la implementación de rutas de accesibilidad desde la vía pública y los estacionamientos hasta la entrada de la vivienda, así como rampas de libre acceso en las aceras.

Con lo anterior, se considerará la obtención de **1 punto** debido a que los demás elementos como estacionamientos, sanitarios, aspectos arquitectónicos y accesorios dependen de cada una de las viviendas.

- Facilidad de transporte a usuarios permanentes

Para la obtención de puntuación en este criterio, se debe contar con un sistema de transporte a no más de 500 metros de la edificación, en ese sentido se considera la obtención de **2 punto** debido que a menos de 300 metros se encuentra una parada del sistema de movilidad 1, anteriormente Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México (RTP), en su ruta 165-A.



Figura 4-9 Vista de distancia entre Unidad Habitacional y estación de RTP. Fuente: Google Maps

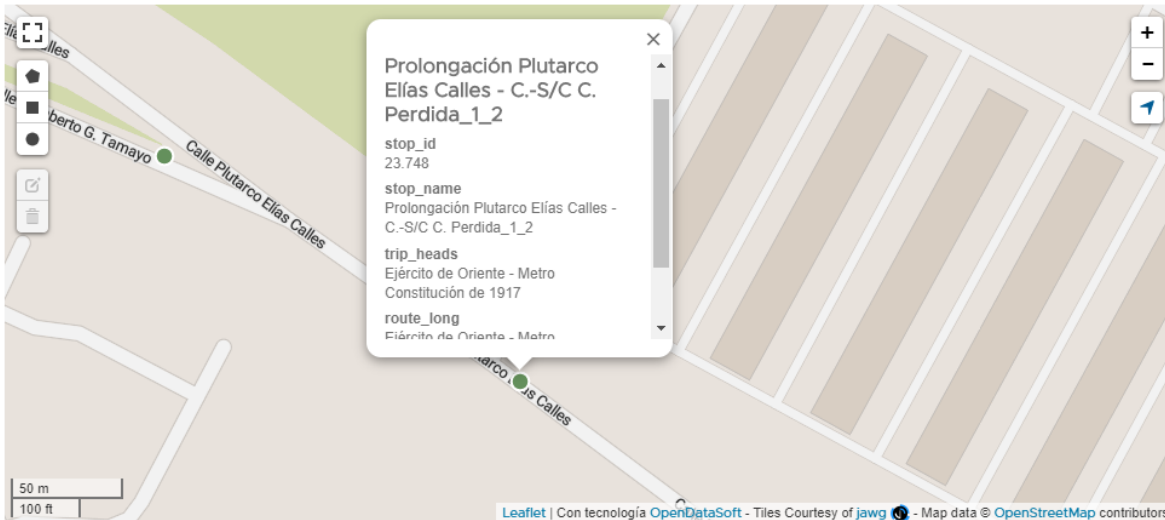


Figura 4-10 Estación de RTP Ruta 165-A Ejército de Oriente-Metro Constitución de 1917. Fuente: Datos Abiertos Gobierno de la CDMX

- Construcción de bahías de ascenso y descenso de transporte

Debido a que la Unidad contará con su propio estacionamiento y no se permitirá el acceso a vehículos de visita no se considerará la obtención de puntuación alguna por este rubro.

- Control de ruido dentro de las edificaciones

Para la obtención de puntos en este rubro se deberá presentar un estudio del ambiente laboral según lo estipulado por la norma ambiental NADF-005-AMBT-2006 para exteriores e interiores, la cual especifica que se deberán cumplir con los siguientes límites máximos permisibles de ruido (Norma Ambiental para el Distrito Federal, 2006):

06:00 a 20 horas:	65dB
20:00 a 06:00 horas:	62 dB

No se estiman, actualmente, fuentes de emisión de ruido cercanos a la Unidad Habitacional por lo que no se considerarán puntos para este rubro.

- Mantenimiento adecuado y oportuno

No se tiene contemplado, actualmente, un plan de mantenimiento para la Unidad Habitacional ni para la vivienda por lo que no se considerará obtención de puntuación en este rubro.

- Instalación de biciestacionamientos

Se instalarán biciestacionamientos que cumplan con las siguientes características:



Figura 4-11 Requerimientos del criterio de biciestacionamientos. Fuente: PCES, Libros Blancos de SEDEMA, 2012

Siguiendo las recomendaciones, se considera la obtención de **3 puntos** para este rubro.

- Cultura de participación en la sustentabilidad



Se requiere de una campaña de sustentabilidad con diversas actividades socioculturales donde se involucren los actores u ocupantes de la edificación. Dicha campaña deberá contar con objetivos y metas específicos, así como con un cronograma para el cumplimiento de los objetivos en el corto y mediano plazo, al igual que con una medición de los avances.

Todo ocupante nuevo del edificio de oficinas o todo habitante nuevo (persona o familia) de vivienda deberá recibir a su llegada una inducción por medio de un paquete de información sobre las características de la edificación que ocupan, en relación con los criterios de sustentabilidad.

Se considera la obtención de **1 punto** en este rubro.

- Provisión de áreas verdes

En este criterio se busca reducir el efecto de isla de calor al general áreas verdes que funcionen como espacios públicos para relajación, actividades culturales y de relajación.

Las áreas verdes que se implemente aquí deberán cumplir con las especificaciones de la Tabla 4-9 y los criterios de la Figura 4-12.

Tabla 4-9 Requerimientos en especies para la provisión de áreas verdes. Fuente: NADF-006-RNAT-2004

Características mínimas de calidad	Características en árboles
Tamaño y estructura de acuerdo a lo establecido en la norma	Altura mínima de 2.50 m
Apariencia y coloración de follaje de acuerdo a la estación del año	Diámetro de tronco mínimo de 0.065 m
Ramas saludables, sin presencia de raíces estranguladores	Presencia de un solo tronco común, recto, vertical y firme.
Nutrición adecuada e hidratación óptima	Espaciamiento adecuado entre ramas principales
Libre de plagas y enfermedades	Poda de formación
Raíces vigorosas, abundantes y blanquecinas	Arpillado ajustado al cepellón, con corte de raíces limpio y sin desgarres

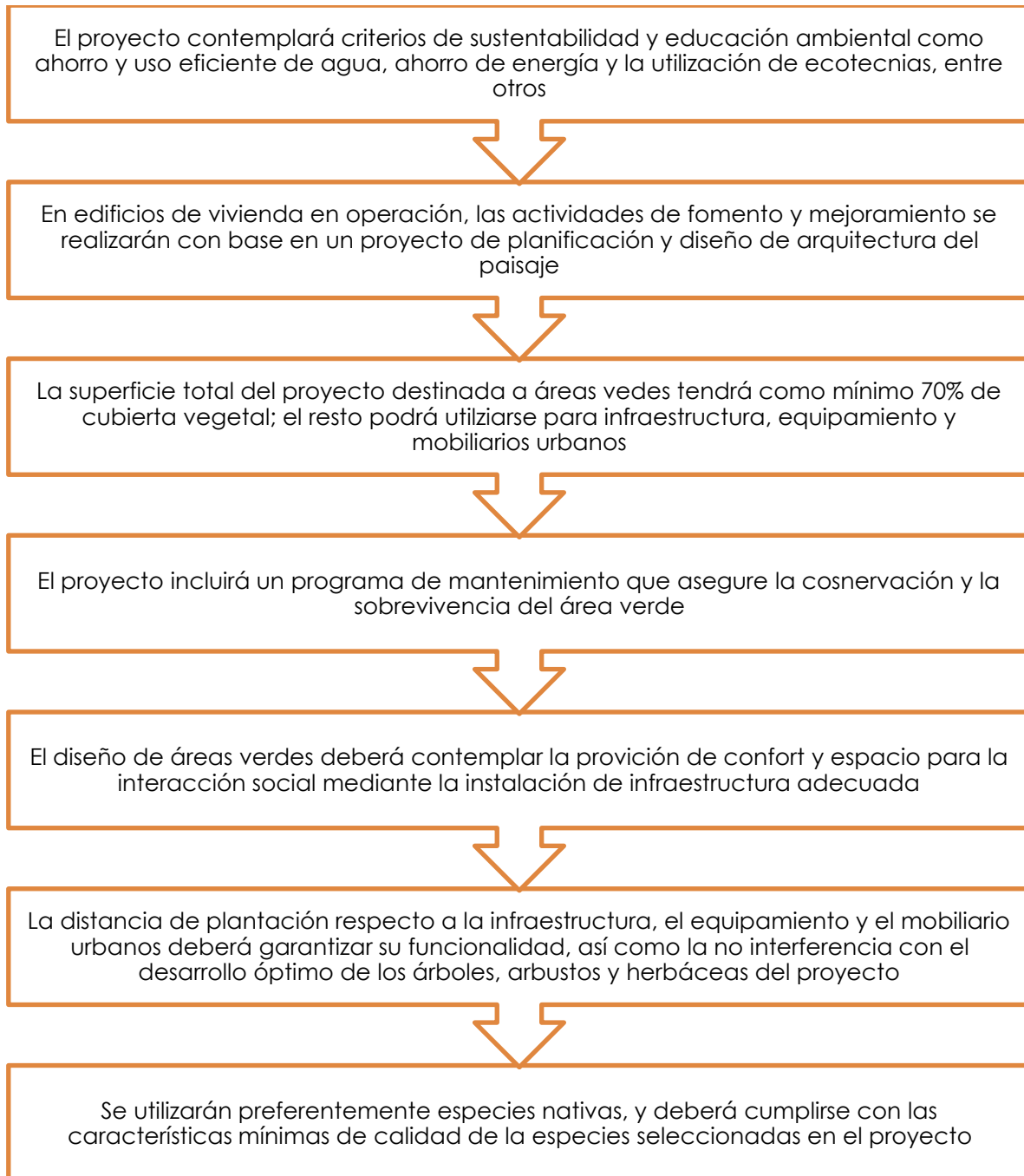


Figura 4-12 Requerimientos del criterio de áreas verdes. Fuente: PCES, Libros Blancos de SEDEMA, 2012

Se pretende obtener **3 puntos** siguiendo las recomendaciones.

- Biciestacionamientos

Los biciestacionamientos a colocar en la Unidad Habitacional deberán cumplir con las siguientes características:

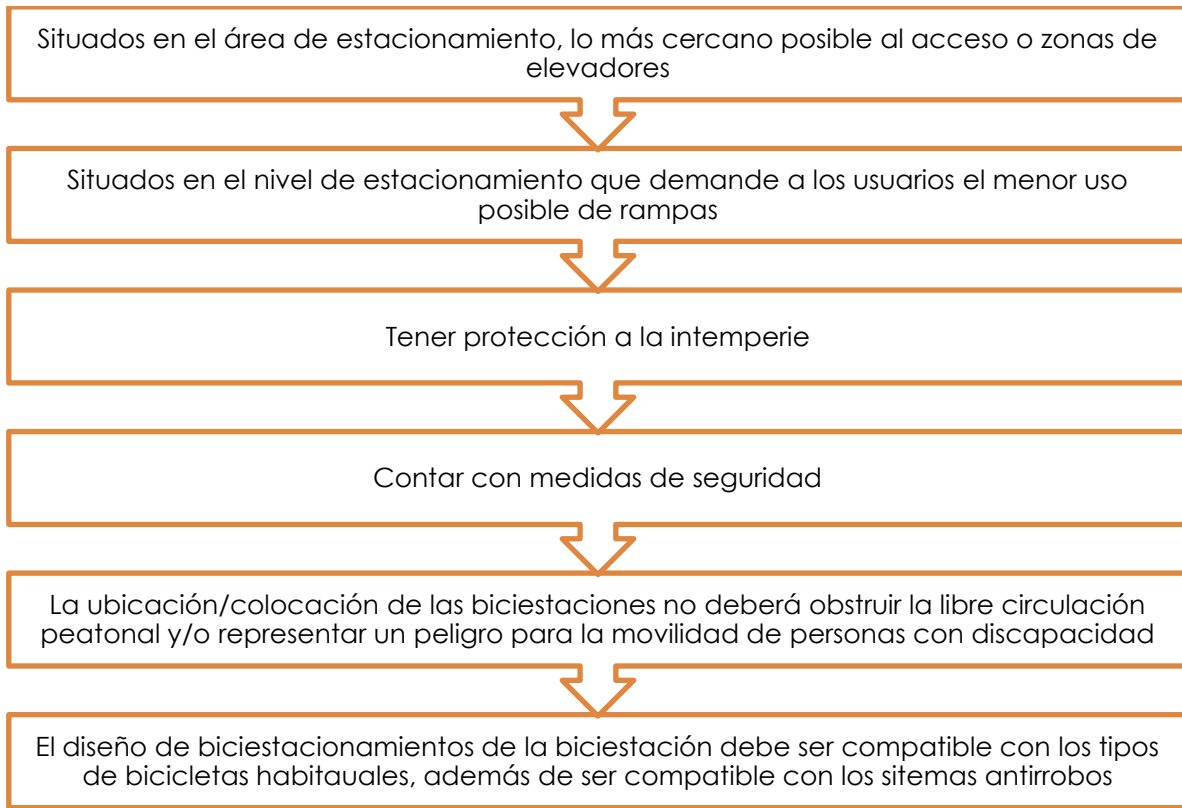


Figura 4-13 Requerimientos para el criterio de biciestacionamientos. Fuente: PCES, Libros Blancos de SEDEMA, 2012

Se pretende obtener **2 puntos** siguiendo las recomendaciones.

- Ciclovía interna

Las ciclovías en banqueta deberán tener el ancho suficiente para garantizar la circulación simultánea y segura para ciclistas y peatones, por lo que se deberá garantizar una separación y señalización adecuadas. De igual manera, las ciclovías trazadas sobre una sección del arroyo vehicular deberán estar señaladas y contar con un ancho suficiente (1 a 1.50 m) para permitir el tránsito de bicicletas alejadas del tráfico automotriz. Se podrán generar también espacios de tráfico calmado que puedan ser compartidos por automóviles y bicicletas.

Se pretende obtener **2 puntos** siguiendo las recomendaciones.

Por lo tanto, el total de puntos, que se obtendrían siguiendo las recomendaciones, para el rubro de agua es de **21** de 25 posibles puntos.

4.4 IMPACTO AMBIENTAL Y OTROS IMPACTOS

Como se ha mencionado con anterioridad, una de las principales características de este programa es fomentar la implementación de sistemas sustentables que cumplan con cada uno de los pilares de su conformación, es decir: social, ambiental y económicamente.

En ese sentido, el apartado de impacto ambiental y otros impactos busca generar conciencia en los usuarios de las edificaciones para utilizar materiales de construcción o de fabricación que incluyan, en su proceso de elaboración, la reducción de emisión de dióxido de carbono, la explotación de recursos naturales, la contaminación del recurso de agua (huella hídrica) y suelo, así como los costos de energía en el transporte de los materiales.

Tomando en cuenta lo anterior, para reducir los impactos ambientales que produciría una edificación sustentable debe incluirse las consideraciones que se presentan en el esquema de la Figura 4-14.



Figura 4-14 Consideraciones en la construcción de edificaciones para la reducción de impactos ambientales

En la Tabla 4-10 se muestra la ponderación de los criterios de sustentabilidad para el rubro de impacto ambiental y otros impactos.



Tabla 4-10 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de impacto ambiental y otros impactos. (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Accesibilidad de estacionamientos	Hasta 4 puntos	Liberar de automóviles estacionados las circulaciones aledañas a los edificios, con la intención de disminuir el tránsito en las zonas contiguas y reducir también el dióxido de carbono y el ruido generado por los automóviles.	Las edificaciones que busquen cubrir este criterio tendrán que contar con cajones de estacionamiento adicionales a los solicitados por el reglamento vigente para estacionamientos públicos, en un radio no mayor a 500 m del edificio en cuestión.
Materiales locales	1 punto	Reducir los impactos en el medio ambiente generados por el transporte de materia prima al sitio, así como incrementar la demanda de materiales y productos de la región y la derrama económica local.	Utilizar materiales y productos que hayan sido extraídos, procesados y manufacturados en un radio de 800 km respecto al sitio de la obra, por un porcentaje no menor a 50% del costo total de la obra. Equipos como elevadores, manejadoras de aire, sistemas eléctricos no serán considerados en este punto. Sólo se podrán utilizar materiales o productos instalados permanentemente en la edificación.
Uso de materiales biodegradables para mantenimiento de áreas verdes y edificaciones	1 punto	Reducir el daño al medio ambiente generado por productos y químicos no biodegradables.	El 100% de los productos utilizados para limpieza y mantenimiento, tanto de edificaciones como de áreas verdes, deberán ser biodegradables.
Materiales y acabados	3 puntos	Reducir en los espacios interiores la cantidad de	Las pinturas, los selladores, los pegamentos,

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
<p>amigables bajos en compuestos orgánicos volátiles (COV)</p>		<p>materiales contaminantes que dañen tanto a usuarios como a instaladores.</p>	<p>las alfombras y las maderas aglomeradas utilizados al interior de una edificación deberán cumplir con los criterios establecidos en cuanto emisión de COV (ver características de rubro).</p>
<p>Uso de materiales reciclados en la construcción</p>	<p>2 puntos</p>	<p>Incrementar la demanda de materiales con contenidos reciclados en la industria de la construcción, y reducir así el impacto generado por la extracción y el procesamiento de materiales vírgenes.</p>	<p>Especificar y utilizar productos en la edificación, cuyo contenido reciclado (posconsumidor) sea equivalente a por lo menos 10% del total del valor del costo de la obra. El valor del componente reciclado de un material se determina por peso. No se incluyen en este punto componentes de instalaciones eléctricas, mecánicas o de plomería ni elementos como elevadores o escaleras eléctricas</p>
<p>Reciclaje de estructuras existentes</p>	<p>2 puntos</p>	<p>Promover la reutilización de edificaciones ya existentes con la intención de extender su vida útil; asimismo, reducir la producción de basura y la necesidad de materia prima nueva.</p>	<p>Mantener por lo menos 25% de la edificación existente, con base en el área de la planta.</p>
<p>Reconversión de uso de suelo y remediación</p>	<p>Hasta 5 puntos</p>	<p>Promover la utilización y, en su caso, la remediación de predios industriales con potencial para uso habitacional, de oficina o mixto, y evitar así el crecimiento de la mancha urbana fomentando el reacomodo y el mejor</p>	<p>Basados en los planes delegacionales vigentes.</p>



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
		aprovechamiento de las áreas urbanas.	
Respecto a los árboles existentes	1 punto	Conservar los árboles en las zonas urbanas y disminuir el derribo de los mismos.	Mantenimiento de más de 70% de los árboles existentes en el predio.
Control de contaminantes al interior	3 puntos	Minimizar la exposición de los usuarios de un edificio a contaminantes, principalmente de origen químico, y disminuir así la posibilidad de contraer enfermedades respiratorias.	Diseño de áreas de servicio de forma tal que se controlen y limiten los espacios que puedan contaminar las áreas habitables. En los lugares donde existan gases contaminantes, como garajes, lavanderías y zonas de impresión, entre otros, se tendrá que proponer un sistema de ventilación mecánica que logre generar una presión negativa, o bien estos espacios deberán ser ventilados naturalmente.
Madera certificada	2 puntos	Promover el empleo de maderas que provengan de un bosque certificado para el uso de las mismas en la fabricación de productos y acabados para la construcción.	Un mínimo de 50% de la madera utilizada en un proyecto deberá provenir de un bosque que cuente con la certificación FSC (Consejo de Manejo Forestal). Los elementos que podrán ser utilizados para este punto son: puertas, mobiliario en general, muebles construidos en sitio, etcétera.
Eliminación de refrigerantes a base de clorofluorocarbonos	1 punto	Eliminar y reducir el uso de refrigerantes a base de clorofluorocarbonos (CFC) en los sistemas de	Para proyectos en desarrollo se deberá especificar que ninguno de los equipos en

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
(CFC)		aire acondicionado de las construcciones. Los CFC tienen un efecto negativo en el medio ambiente, ya que promueven la destrucción de la capa de ozono, lo cual aumenta el riesgo de desarrollar cáncer en la piel.	los sistemas de aire acondicionado utiliza, durante el proceso de enfriamiento, refrigerantes a base de clorofluorocarbonos.
Áreas permeables en vialidades	Hasta 4 puntos	Propiciar la recuperación y el aprovechamiento del agua pluvial por medio de pisos y pavimentos porosos a través de la utilización de concretos ecológicos permeables, con resistencia mayor a 250 kg/cm ² para circulación vehicular y mayor a 200 kg/cm ² para andadores peatonales. Estos concretos permeables deberán contar con la certificación de un laboratorio afiliado a la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y con la regulación del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE).	Demostrar la recuperación y el aprovechamiento de agua pluvial para recarga de mantos acuíferos o reúso a través del concreto permeable. Se deberán presentar las memorias de cálculo o especificaciones del concreto permeable y evidencia fotográfica de su instalación, operación y desempeño. Las memorias de cálculo del sistema permeable deben documentarse. Los cálculos deberán ser realizados por el proveedor de tecnología, incluyendo memoria de cálculo, resistencias a la compresión y a la flexión, mecánica de suelos, etcétera.
Compras verdes	No aplica	El concepto se refiere a la forma de utilizar los patrones de consumo para beneficiar el ambiente comprando productos que impacten en menor medida el entorno. También implica	Mecanismos de elección con criterios ambientales para materiales y útiles; calidad ambiental de insumos utilizados en el producto; grado de eficiencia en agua y



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
	tomar en cuenta si las compras necesitan realizarse o no. Los productos y servicios verdes presentan beneficios ambientales y/o atributos energéticos como su contenido en reciclados, eficiencia energética y poca o nula cantidad de constituyentes tóxicos.	energía durante el proceso de producción; cantidad y calidad de emisiones y transferencias de contaminantes derivados del proceso de producción; eficiencia ambiental en el consumo del producto y en la disposición final al consumidor, y eficiencia ambiental en el consumo del producto y disposición final de sus residuos.	

De acuerdo con los puntajes de los criterios de la Tabla 4-10 y con base en las características de la vivienda, se puede sugerir lo siguiente:

- Accesibilidad de estacionamiento

Como se ha mencionado anteriormente, la vivienda forma parte de una Unidad Habitacional en construcción, en ella se tiene contemplado un solo estacionamiento que cumple con el reglamento vigente, no se tiene previsto la construcción de más espacios de cajón para estacionamiento por lo que no se considera puntuación para este rubro.

- Materiales locales

La vivienda en desarrollo se ubica al oriente de la ciudad en la de las alcaldías con mayor ocupación habitacional y presencia de casa de materiales en las que se adquirió la mayor cantidad de éste, tan solo para la obra civil se obtuvo más del 50% de los materiales beneficiando con ello la economía regional (se cuenta con los comprobantes probatorios de la adquisición de materiales dentro de la zona). Por lo anterior, se considera la obtención de **1 punto** por concepto de materiales locales.

- Materiales biodegradables para mantenimiento

La definición de biodegradable es dicho de una sustancia que puede ser degradada por acción biológica (Real Academia Española, 2014). En ese sentido, para este rubro se considerará la utilización de productos 100% biodegradables en todas y cada una de las actividades de limpieza y mantenimiento de la edificación consiguiendo, con ello, la obtención de **1 punto**.

- Materiales y acabados amigables bajos en compuestos orgánicos volátiles (COV)

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente normal, o que son muy volátiles a dicha temperatura. El término COV agrupa a una gran cantidad de tipos de compuestos químicos, entre los que se incluyen los hidrocarburos alifáticos, los aromáticos y los hidrocarburos clorados; aldehídos, cetonas, éteres, ácidos y alcoholes.

Los COV pueden tener diferentes efectos directos o indirectos sobre la salud y el medio ambiente: Efectos nocivos debido a su toxicidad, efectos carcinógenos,



desperfectos sobre los materiales, olores, etc. Pero el principal problema ambiental es su participación en numerosas reacciones, en la troposfera y en la estratosfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al desequilibrio del efecto invernadero, además son precursores del ozono troposférico (Red Ambiental de Asturias, 2010).

Con relación a lo anterior, para este rubro se considera que las pinturas, los primer y los selladores utilizados en muros y plafones o techos interiores no deberán exceder los siguientes límites:

- anticorrosivos aplicados a metales no deberán exceder el límite de COV de 250 mg/l.
- barnices para maderas no deberán exceder el límite de COV de 350 mg/l.
- lacas no deberán exceder el límite de COV de 550 mg/l.
- selladores para pisos no deberán exceder el límite de COV de 100 mg/l.
- selladores contra agua no deberán exceder el límite de COV de 250 mg/l.
- Alfombras utilizadas en el interior de la edificación no deberán exceder el límite de COV de 50 g/l

Para el caso de aglomerados de madera, Plywood, fibras de densidad media y fibras de densidad baja, éstos no deberán contener resinas a base de formaldehídos.

Cumpliendo lo anterior, se considera una obtención de **3 puntos**.

- Uso de materiales reciclados en la construcción

Para este apartado, solo se considera la utilización de materiales reciclados en cuestiones mecánicas, sin embargo, ellos no son tomados en cuenta para la obtención en puntos debido a que no se considera la obtención de puntos para componentes de instalaciones eléctricas, mecánicas o de plomería.

- Reciclaje de estructuras existentes

El terreno donde actualmente se construye la Unidad Habitacional anteriormente era un terreno baldío. Teniendo en cuenta lo anterior, no se considera obtención

de puntuación para este rubro pues no había estructuras anteriormente.

- Reconversión de uso de suelo y remediación

Como se mencionó en el rubro anterior, la Unidad Habitacional se está construyendo en una zona donde anteriormente era un terreno baldío que fungía como tiradero clandestino para los habitantes de la zona y donde se comenzaba a presentar el problema de asentamientos humanos irregulares (AHI), realizado por denominados “*paracaídas*” que forman parte de organizaciones que buscan adueñarse de los terrenos y construir viviendas de características precarias, insalubres e incumpliendo con la normativa y uso de suelo (ver Figura 4-15).

A raíz de ello, el gobierno de la Ciudad de México a través del Instituto de Vivienda (INVI) en conjunto con el Frente Popular Francisco Villa Independiente (FPFVI) realizaron acciones para rescatar el terreno y construir viviendas para los habitantes de las zonas aledañas.

El proyecto consiste en varias etapas:

- Primer paquete de 222 casas
- Segundo paquete de 83 casas
- Tercer paquete de 150 casas
- Cuarto paquete de 154 casas

Aún está la disponibilidad de la organización y las autoridades para la construcción de un centro comercial dentro de la zona, así como algún centro cultural (aún sin definir).

En las figuras siguientes, se ve cómo ha ido cambiando paulatinamente la zona de estudio.



Figura 4-15 Ejemplo de asentamientos humanos irregulares en la zona. Fuente: Google Maps



Figura 4-16 Zona de estudio en el año 2000. Fuente: Google Earth



Figura 4-17 Zona de estudio en el año 2005. Fuente: Google Earth



Figura 4-18 Zona de estudio en el año 2010. Fuente: Google Earth



Figura 4-19 Zona de estudio en el año 2015. Fuente: Google Earth



Figura 4-20 Zona de estudio en el año 2018. Fuente: Google Earth

Con lo anterior se considera una obtención de **5 puntos.**

- Respeto a los árboles existentes

Como se puede observar en la Figura 4-18, el terreno en condiciones originales solo presentaba existencia de hierba y maleza más no de árboles por lo que no se considera puntuación en este rubro debido a que solo se limpio de hierba y maleza la zona.

- Control de contaminantes al interior

Se garantizan los espacios libres de humo en áreas comunes, no se considera la utilización de lavanderías ni zonas de impresión por lo que solo se podrá obtener **1 punto.**

- Madera certificada

No se considera la utilización de madera en la vivienda, por lo que no se prevé la obtención de puntuación al respecto.

- Eliminación de refrigerantes a base de clorofluorocarbonos (CFC)

No se considera la utilización de refrigerantes, por lo que no se prevé la obtención de puntuación al respecto.

- Áreas permeables en vialidades

No se considera la utilización de pisos y pavimentos porosos ni la utilización de concretos ecológicos permeables, por lo que no se prevé la obtención de puntuación al respecto.

- Compras verdes

No aplica.

Por lo tanto, el total de puntos, que se obtendrían siguiendo las recomendaciones, para el rubro de energía es de **11** de 15 posibles puntos.

4.5 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

La Ciudad de México es considerada como la tercer urbe más importante del mundo al concentrar 30% de la población urbana nacional estando en constante crecimiento (SEDEMA, 2015). Esto conlleva a generar problemas sociales, ambientales y económicos debido a la poca presencia de programas para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos, es indispensable la generación de éstos para contribuir a la prevención de los impactos ambientales y sociales negativos que garanticen una mejor calidad de vida a los habitantes de la Ciudad de México.



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



El PCES cuenta con requerimientos encaminados en forma general a prevenir y manejar de manera integral los residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) que generan los usuarios de edificaciones, contribuyendo con ello la promoción de una cultura ciudadana que incida en la reducción, reúso y la valorización de los materiales contenidos en los RSU, estimulando la responsabilidad compartida de todos los actores involucrados, principalmente gobierno y sociedad.

En la Tabla 4-11 se muestra la ponderación de los criterios de sustentabilidad para el rubro de residuos sólidos.

Tabla 4-11 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de residuos sólidos. (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
Infraestructura para almacenamiento temporal	Hasta 3 puntos	Contar con un sistema de almacenamiento donde se depositen en forma diferenciada y temporal los RSU, con la finalidad de minimizar los riesgos para la salud pública, la contaminación visual y la ambiental, y de facilitar la prestación del servicio de aseo urbano.	El sistema de almacenamiento de la edificación está constituido por dos elementos: primero, la zona de almacenamiento, la cual constituye un espacio físico de fácil acceso donde se colocan los contenedores que contienen los RSU generados en la edificación; el segundo consiste en los recipientes de almacenamiento donde son depositados los RSU hasta que son recolectados por el servicio público o privado de aseo urbano, o son sometidos a un sistema de tratamiento o valorización.
Señalamientos	0.5 puntos	Contar con señalamientos donde se establezcan indicaciones claras y precisas sobre el manejo de los RSU dentro de las instalaciones, para que los habitantes y usuarios conozcan sus responsabilidades y obligaciones al respecto y la información necesaria sobre prevención y restricciones. De esa manera se facilitan las actividades de acopio, tratamiento y valorización de los residuos, así como la prestación del servicio interno y externo de	La señalización contendrá información escrita sobre las obligaciones y derechos de los usuarios en relación con el manejo integral de los residuos (cómo entregar, cómo y qué separar, horarios de recolección interna, ubicación de la zona de almacenamiento y en qué recipiente depositar, entre otros); los señalamientos permitirán establecer así restricciones o acciones preventivas para el público



TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
		recolección y aseo urbano.	usuario, los visitantes y los prestadores de servicios relacionados con el manejo integral de los RSU.
Mobiliario para el manejo adecuado interno	1.5 puntos	Contar con el mobiliario necesario para llevar a cabo la recolección interna separada de los residuos sólidos generados en la edificación, de tal manera que se facilite su almacenamiento externo, su valorización y la prestación del servicio de aseo urbano.	Contar con el equipo que permita llevar a cabo la recolección separada de residuos orgánicos, inorgánicos no valorizables e inorgánicos valorizables para facilitar su depósito en los contenedores de almacenamiento diferenciado (verde para orgánicos, gris para inorgánicos no valorizables y azul para los inorgánicos valorizables). Dichos contenedores deberán estar ubicados en la zona de almacenamiento, para que posteriormente los residuos sean valorizados o ser entregados al servicio público o privado de aseo urbano.
Separación de residuos valorizables	2 puntos	Contar con un programa de separación de los subproductos valorizables contenidos en los residuos sólidos urbanos (RSU) para preservar recursos naturales y ahorrar espacio en el sitio de disposición final del Gobierno de la Ciudad de México.	El programa de separación de los subproductos valorizables está constituido por dos elementos: el primero de difusión para la separación, y el segundo, que se refiere a las obligaciones o responsabilidades de los habitantes o

Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
			<p>usuarios de la instalación para separar los subproductos valorizables contenidos en los RSU en recipientes diferenciados, como lo establece la Ley de Residuos de la Ciudad de México y su reglamento.</p>
<p>Disposición final adecuada</p>	<p>3 puntos</p>	<p>Llevar a cabo por medios propios la disposición final de los residuos no valorizables. Para ello se deberá contar con la acreditación correspondiente de la autoridad donde se ubica el sitio de tratamiento o disposición final utilizado; o bien, contar con documentación que demuestre que los residuos no valorizables fueron entregados al servicio de aseo urbano de la delegación donde se ubica la instalación o que fueron entregados a un recolector privado registrado en la Secretaría de Obras y Servicios, y que fueron dispuestos en sitios autorizados de disposición final, públicos o privados.</p>	<p>Contar con documentación fehaciente (contratos, convenios o acuerdos) de que los residuos no valorizables fueron dispuestos por medios propios o fueron entregados al servicio público o privado de aseo urbano para su disposición final adecuada.</p>
<p>Difusión, programa de sensibilización en la separación de los residuos</p>	<p>0.5 puntos</p>	<p>Contar y difundir entre los usuarios de la instalación un programa de sensibilización sobre el manejo integral de los RSU y la adecuada disposición de los RME para que los habitantes y usuarios cuenten con un documento claro y preciso sobre sus responsabilidades en general</p>	<p>El programa de sensibilización estará diseñado para establecer claramente las obligaciones de los usuarios de la edificación en lo que se refiere a la separación de los diferentes tipos y fracciones de los residuos (residuos</p>



**TESINA QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA SANITARIA, PRESENTA:
ING. MARIO ALBERTO ARELLANO CECILIANO**



Criterio	Vivienda en desarrollo	Objetivo	Requerimiento
	respecto al manejo integral de los residuos		orgánicos, residuos inorgánicos valorizables, residuos inorgánicos no valorizables y los RME), el horario y la frecuencia de recolección interna.
Plan de manejo de residuos de manejo especial (optativo)	No aplica	Contar con un plan para el control de los RME. En esta primera etapa, y para los fines de este estudio, sólo se considerarán los siguientes residuos: pilas de botón y recargables, baterías de celular y otros aparatos móviles, celulares y computadoras y sus periféricos (impresoras, cartuchos de tóner, discos externos, ratones), de tal manera que se minimicen los riesgos para la salud pública y se facilite la prestación del servicio de aseo urbano.	El plan de manejo de los rme deberá contar con los siguientes elementos: sistema de almacenamiento en áreas comunes, sistema interno de recolección (indicando frecuencia de recolección), sistema de almacenamiento exterior, sistema interno de tratamiento (si existe) y sistema verificable de recolección, tratamiento y disposición final, público o privado.

De acuerdo con los puntajes de los criterios de la Tabla 4-11 y con base en las características de la vivienda, se puede sugerir lo siguiente:

- Infraestructura de almacenamiento temporal

Se deberá contar con un sistema de almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos que albergue a los residuos hasta que sean recolectados por el servicio público de aseo urbano que cumpla con el volumen adecuado para su almacenamiento.

El volumen de almacenamiento se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$V = \frac{GPC * P}{Pv} * Fr * Fc$$

Donde:

- V Volumen en m^3
- GPC Generación per cápita en $kg/hab/día$
- P Población en habitantes
- Pv Peso volumétrico en kg/m^3
- Fr Factor de recolección ($7/número$ de días de recolección)
- Fc Factor de corrección (1.10 a 1.20) que depende de la incertidumbre en la recolección de residuos

En la vivienda habitarán 3 personas y se estima que la generación per cápita de residuos es de 860 gramos por habitante al día¹ y el peso volumétrico de 153.12 kg/m^3 .² De acuerdo a censos aplicados en la población adyacente, se sabe que el camión que recolecta la basura pasa todos los días. Teniendo en cuenta lo anterior, se tiene que:

$$V = \frac{0.860 \text{ kg/hab/día} * 3 \text{ habitantes}}{153.12 \text{ kg/m}^3} * \frac{7}{7} * 1.10$$

$$V = 0.019 \text{ m}^3$$

Se considera la obtención de **3 puntos** en este rubro.

- Señalamientos

Los señalamientos son un lenguaje de signos gráficos que, al ser aceptados convencionalmente, se constituyen en un instrumento fundamental en materia de

¹ De acuerdo al Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México (2016).

² De acuerdo al Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (2012).

comunicación visual. Los señalamientos deben colocarse en lugares estratégicos (en los entrepisos) y deben ser perfectamente visibles desde distancias convenientes sin que permitan lugar a dudas; esto es, deben comunicar su mensaje con eficiencia, claridad y rapidez.

Estos señalamientos deben basarse en la simbología aceptada nacional e internacionalmente.



Figura 4-21 Iconografía para el manejo de RSU. Fuente: SEMARNAT

La señalización contendrá información escrita sobre las obligaciones y derechos de los usuarios en relación con el manejo integral de los residuos (cómo entregar, cómo y qué separar, horarios de recolección interna, ubicación de la zona de almacenamiento y en qué recipiente depositar, entre otros); los señalamientos permitirán establecer así restricciones o acciones preventivas para el público usuario, los visitantes y los prestadores de servicios relacionados con el manejo integral de los RSU.

Se estima una obtención de **0.5 puntos** por este rubro.

- Mobiliario para el manejo adecuado interno

Se contará con un mobiliario que facilite su depósito en los contenedores de almacenamiento diferenciado (verde para orgánicos, gris para inorgánicos no

valorizables y azul para los inorgánicos valorizables). Dichos contenedores deberán estar ubicados en la zona de almacenamiento, para que posteriormente los residuos sean valorizados o ser entregados al servicio público o privado de aseo urbano.

Se estima una obtención de **1 puntos** por este rubro.

- Separación de residuos valorizables

Los residuos sólidos urbanos se deberán separar de acuerdo a la Ley de Residuos del Distrito Federal y su reglamento (Art. 32) como se especifica en la Figura 4-22:

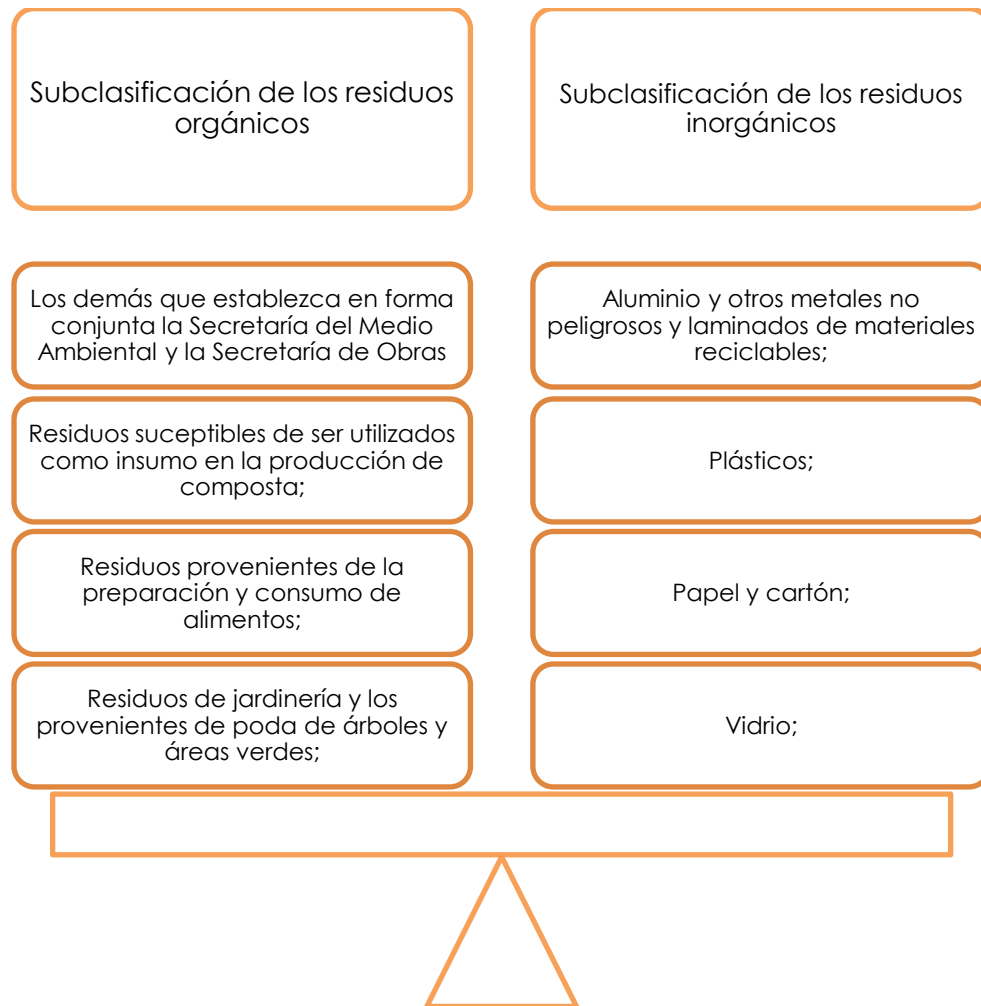


Figura 4-22 Separación de los residuos sólidos. Fuente: Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos en el Distrito Federal, 2008.

Se estima una obtención de **2 puntos** por este rubro.

- Disposición final adecuada

Llevar a cabo por medios propios la disposición final de los residuos no valorizables. Para ello se deberá contar con documentación fehaciente de que los residuos no



valorizables fueron dispuestos por medios propios para su disposición final.

Esta actividad la realizará la Alcaldía de Iztapalapa a través de sus concesionarios, por lo que no se considera puntuación para este rubro.

- Difusión, programa de sensibilización en la separación de los residuos sólidos

El programa de sensibilización estará diseñado para establecer claramente las obligaciones de los usuarios de la edificación en lo que se refiere a la separación de los diferentes tipos y fracciones de los residuos (residuos orgánicos, residuos inorgánicos valorizables, residuos inorgánicos no valorizables y los residuos de manejo especial), el horario y la frecuencia de recolección interna.

Tomando en cuenta las acciones tomadas en señalamiento y reforzando la difusión a través de carteles, programación y sensibilización se estima la obtención **de 0.5 puntos** en este rubro.

- Manejo de residuos de manejo especial

No aplica para la vivienda en desarrollo ni en operación.

Por lo tanto, el total de puntos, que se obtendrían siguiendo las recomendaciones, para el rubro de energía es de **7** de 10 posibles puntos.

4.6 RESULTADOS

En la Tabla 4-12 se presenta un resumen de la puntuación obtenida por rubro.

Tabla 4-12 Resultados previstos en la certificación. Fuente: Elaboración propia

Criterio	Puntuación disponible	Puntuación obtenida
Energía	25	21
Agua	25	18
Calidad de vida y responsabilidad social	25	21
Impacto ambiental y otros impactos	15	11
Manejo de residuos sólidos	10	7
TOTAL	100	78

Recordando lo estipulado en la Figura 3-2, siguiendo las recomendaciones nos encontraremos dentro del rango de **“eficiencia”** al estar entre los 51 y 80 puntos consiguiendo, con ello, los siguientes beneficios:

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

5 CONCLUSIONES

Al comenzar con la investigación de la presente tesina la finalidad principal era analizar, a través de las herramientas de los diferentes módulos del programa único de especialización en ingeniería, el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES) por medio de la integración de una vivienda habitacional en la Ciudad de México al PCES; sin embargo, al ir avanzando en el escrito se pudo notar la poca información y la inadecuada difusión que hay sobre el programa en cuestión administrativa.

Cabe mencionar que, durante los últimos años, en México se ha incrementado las certificaciones tanto nacionales como internacionales; éstas últimas aumentando considerablemente, situando a nuestro país como uno de los países latinoamericanos que cuenta con más edificaciones bajo el programa LEED, de acuerdo a información de diversos medios. Esto, obviamente, ha generado una perspectiva sustentable de nuestro país a nivel internacional, sin embargo, es necesario también el aumento de estos programas locales que sirvan como ejemplo para otros países latinoamericanos. Es decir, es conveniente que los países cuenten con sus propios programas y certificaciones ambientales.

Sin embargo, es necesario contar con un marco legal que regule y otorgue directrices generales a todos los programas de certificación en edificaciones con la finalidad de hacerlos llegar más a la población, es decir, que estén más acordes a las características económicas, políticas y sociales que vive nuestro país. Lo



anterior se justifica con la poca participación hacia los programas de certificación, actualmente, solo se han logrado implementar en construcciones de mayores niveles socioeconómicos y, en algunos casos, a los sectores de vivienda de interés gubernamental como INFONAVIT O FOVISSSTE dejando fuera a grandes sectores poblacionales.

Lo anterior conllevaría a que el proceso de certificación de sustentabilidad de los proyectos de edificación habría que ser coordinados, desde el inicio hasta el fin, así como supervisados y avalados por organismos de la administración pública; haciendo que los procesos de certificación sean de carácter social y no particular, y de esta forma ser aplicada en todas las obras de construcción logrando al mismo tiempo que los costos de dicha certificación bajaran y sirvieran como un verdadero instrumento de política medio ambiental.

Así pues, el PCES busca la construcción y/o adaptación de edificaciones para que incorporen criterios y elementos de sustentabilidad buscando las condiciones para el mejoramiento del entorno urbano y social, disminución de los impactos ambientales en las construcciones y reducción de la huella ecológica, mejorando la calidad de vida de la población.

Lo anterior, se busca llegando a un equilibrio entre cada uno de los criterios que enmarcan la obtención de puntuación para el proceso de certificación:

- *ENERGÍA*

La eficiencia energética es un medio para ahorrar energía, reducir la dependencia de los combustibles fósiles, combatir el cambio climático, y es un negocio con la capacidad de generar mercado y de crecimiento a través el tiempo.

Con ello se busca reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera cumpliendo con criterios de sustentabilidad al no comprometer los recursos que se tienen el día de hoy para que falten a las generaciones futuras.

- *AGUA*

Tiene como principal objetivo: reducir la sobreexplotación del acuífero y alcanzar su equilibrio hidrológico; avanzar en la recarga de los mantos acuíferos y en la recuperación y la protección del suelo de conservación; proteger el acuífero de posibles riesgos de contaminación; reducir el consumo de agua; reducir pérdidas

en la red de agua potable; sanear ambientalmente la Cuenca del Valle de México; incrementar la capacidad del sistema de drenaje, la reutilización y el tratamiento del agua.

Para lo anterior se requiere de planes, programas y proyectos que deben ser coordinados por el gobierno de la ciudad, con la participación de diversas instancias que generen soluciones para la ciudad, con una visión de sustentabilidad en el largo plazo y con el propósito de evitar el empleo de fuentes lejanas y costosas. En materia de agua, el PCES busca fomentar la participación del sector privado para que invierta en acciones de mejor aprovechamiento del recurso, mediante el ahorro de agua, la sustitución de agua potable por agua tratada, y la recuperación y el aprovechamiento de agua pluvial.

- *CALIDAD DE VIDA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL*

En este rubro, un claro ejemplo de lo que debe tenerse en cuenta es que la naturación de azoteas no sólo es colocar plantas en la azotea y llenar de macetas, involucra todo un proceso donde se debe verificar la estructura, considerar si el peso es apropiado para el diseño estructural que la edificación tiene.

Para cumplir con este criterio, se debe considerar una ventilación natural o elementos pasivos como medio de acondicionamiento térmico, el primer paso del proyecto ha de ser examinar toda la gama de opciones de diseño pasivo en función de las condiciones climáticas del lugar y aprovechar al máximo esas oportunidades como por ejemplo, las compras verdes o utilizar zonas donde el diseño bioclimático y la naturación ayuden a conseguir un ambiente de sustentabilidad que involucra también ambientes de relajación, esparcimiento y recreación para los usuarios de las edificaciones.

- *IMPACTO AMBIENTAL Y OTROS IMPACTOS*

El ahorro de agua es tan importante como el de energía, los materiales, productos y componentes de un edificio sustentable deben ser estudiados, en particular sus especificaciones técnicas, su proceso de fabricación y su rendimiento.

La intención es reducir el contenido tóxico del material y los efectos que éste puede tener en el ser humano, utilizando materiales reciclables o generando la menor contaminación y huella ecológica. Debemos realizar un análisis costo-beneficio donde se involucre el aspecto ambiental.



- *MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS*

Los requerimientos para el rubro de residuos según el PCES están encaminados en forma general a prevenir y manejar de manera integral los RSU y RME que generan los habitantes o usuarios de las edificaciones, yendo más allá de lo establecido en el marco regulatorio de la capital; y en particular están dirigidos a despertar la conciencia sobre la importancia que tiene la sociedad en el manejo integral de los residuos, almacenando, recolectando, tratando, valorizando y disponiendo de una manera eficiente los residuos generados en las edificaciones.

En términos generales, los beneficios ambientales derivados de la implementación del PCES³, entre otros, son:

- Uso eficiente y responsable de los recursos naturales;
- reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, del efecto isla calor urbano, además de los encharcamientos en la ciudad, gracias a la mayor presencia de áreas verdes y a la naturación de azoteas;
- ahorro y eficiencia energéticos por la sustitución de lámparas y ahorro de gas, entre otras medidas;
- aplicación de tecnologías de energías alternativas como paneles solares;
- cumplimiento más allá de la normatividad en términos de la reutilización y la descarga de aguas residuales, al igual que en relación con las emisiones contaminantes al aire, el ahorro de energía y la generación y el manejo de residuos sólidos, y
- mejora regulatoria al aplicar acciones preventivas en vez de correctivas.

³ Libros blancos Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. PCES, 2008.

6 BIBLIOGRAFÍA

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). (s.f.).

Apuntes para hablar de discapacidad y derechos humanos.

Aguirre, V. M. (2014). *Las diversas certificaciones aplicables a los edificios sustentables en México.*

Calorex. (2019). *Calentadores solares CALOREX.* Obtenido de <http://www.calorex.com.mx/calentadores/calorex/solar/solar/calorex-solar-termosifon-150>

Comisión Nacional de Vivienda. (Febrero, 2008). *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables.* Ciudad de México.

Fermín, S. A. (28 de Agosto de 2014). *11 normas y certificaciones de edificación sustentable en México.* Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de Obras Web: <http://obrasweb.mx/construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico>

Gaceta Oficial del Distrito Federal. (25 de Noviembre de 2008). *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables.* Secretaría del Medio Ambiente, Distrito Federal.

Isla Urbana. (2018). *Kit Residencial.* Recuperado el 10 de marzo de 2019, de <http://islaurbana.mx/project/kitsurbanos/>

Ley General de Residuos Sólidos del Distrito Federal. (2017). Obtenido de Gaceta Oficial del Distrito Federal: http://www.paot.org.mx/centro/leyes/df/pdf/2017/LEY_RESIDUOS_SOLIDOS_02_11_2017.pdf

López, P. J. (2016). *Naturación de azoteas. Elementos vegetales para la quinta fachada.* Ciudad de México: Proyecto Tierra. Capacitación Ambiental para el Desarrollo Sustentable.

Norma Ambiental para el Distrito Federal. (2005). *NADF-006-RNAT-2005, que establece los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de formento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes públicas.* Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Norma Ambiental para el Distrito Federal. (2006). *NADF-005-AMBT-2006, que*



establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

Obtenido de

<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/577/286/9c8/5772869c8ec3b846929080.pdf>

Norma Ambiental para el Distrito Federal. (24 de Diciembre de 2008). *NADF-013-RNAT-2007, que establece las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal.* Obtenido de

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/DISTRITO%20FEDERAL/Normas/DFNORM23.pdf>

Norma Mexicana. (2015). *NMX-C-415-ONNCCE "Industrias de la construcción, válvulas para uso doméstico. Especificaciones y métodos de prueba". México.*

Norma Oficial Mexicana. (1994). *NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización". México: Diario Oficial de la Federación.*

Norma Oficial Mexicana. (1997). *NOM-003-SEMARNAT-1997 "Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público". México: Diario Oficial de la Federación.*

Norma Oficial Mexicana. (1998). *NOM-008-CONAGUA-1998 "Regaderas empleadas en el uso corporal. Especificaciones y métodos de prueba". México: Diario Oficial de la Federación.*

Norma Oficial Mexicana. (2001). *NOM-009-CONAGUA-2001 "Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba". México: Diario Oficial de la Federación.*

Norma Oficial Mexicana. (2007). *NOM-015-CONAGUA-2007 "Infiltración artificial de agua a los acuíferos. Características y especificaciones de las obras y del agua". México: Diario Oficial de la Federación.*

- Norma Oficial Mexicana. (2011). *NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones.-Envoltente de edificios para uso habitacional*. México: Diario Oficial de la Federación.
- ONU. (1987). *Informe Brundtland*.
- QS MEXIKO. (2016). XXIV CONGRESO INTERNACIONAL AMBIENTAL. CONIECO, (pág. 36). México.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española (23° edición)*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=5Y604sU>
- Red Ambiental de Asturias. (2010). *Compuestos orgánicos volátiles (COV)*. Obtenido de <https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=00e8e54f41639210VgnVCM10000097030a0aRCRD>
- Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos en el Distrito Federal. (2008). Obtenido de Gaceta Oficial del Distrito Federal: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/577/2a0/df3/5772a0df3469a516268603.pdf>
- Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (2012). *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables*. Libros Blancos.
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México. (2016). *Inventario de residuos sólidos en la Ciudad de México*. Obtenido de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS-2016.pdf>
- SEDEMA. (2015).
- SEMARNAT. (s.f.). *Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. Obtenido de <https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/residuos/solidos/Documentos/guia-diseno.pdf>
- SEMARNAT. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/Documentos/Ciga/libros2009/CD001408.pdf>



7 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Componentes del desarrollo sustentable.....	6
Figura 2-1 Ubicación del predio.....	12
Figura 2-2 Planta baja nivel +0.15	14
Figura 2-3 Planta Nivel +2.67.....	15
Figura 2-4 Planta Nivel +5.19.....	16
Figura 2-5 Planta Nivel +7.71	17
Figura 2-6 Vista frontal.....	18
Figura 2-7 Vista trasera	19
Figura 3-1 Beneficios económicos y ambientales del PCES (SEDEMA, 2014)	23
Figura 3-2 Niveles y beneficios del proceso de certificación (SEDEMA, 2014)	24
Figura 3-3 Criterios de certificación PCES (SEDEMA, 2014)	25
Figura 3-4 Fase I: Inscripción de la edificación. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012	30
Figura 3-5 Fase II: Diagnóstico. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012	31
Figura 3-6 Fase III: Plan de acción. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012	31
Figura 3-7 Fase IV: Ejecución. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012	32
Figura 3-8 Fase V: Conclusión. Elaboración propia con información de SEDEMA, 2012.....	32
Figura 3-9 Proceso de certificación e implementación. Fuente: DGRA (SEDEMA, 2012)	33
Figura 4-1 Niveles de los criterios de sustentabilidad en el rubro de energía (DGRA de la SEDEMA, 2014)	34
Figura 4-2 Gráfica solar para la zona de estudio	42
Figura 4-3 Gráfica elevación vs azimut para la zona de estudio.....	43
Figura 4-4 Calentador solar recomendable.....	46
Figura 4-5 Kit bronce del sistema residencial Tlaloque. Fuente: Isla Urbana.....	57
Figura 4-6 Biodigestor propuesto. Fuente: Rotoplas	59
Figura 4-7 Componentes básicos de una cubierta naturada. Fuente: NADF-013-RNAT-2007	68
Figura 4-8 Características de la capa de vegetación. Fuente: NADF-013-RNAT-2007.....	69
Figura 4-9 Vista de distancia entre Unidad Habitacional y estación de RTP. Fuente: Google Maps.....	70
Figura 4-10 Estación de RTP Ruta 165-A Ejército de Oriente-Metro Constitución de 1917. Fuente: Datos Abiertos Gobierno de la CDMX	71
Figura 4-11 Requerimientos del criterio de biciestacionamientos. Fuente: PCES, Libros	

Blancos de SEDEMA, 2012.....	72
Figura 4-12 Requerimientos del criterio de áreas verdes. Fuente: PCES, Libros Blancos de SEDEMA, 2012	74
Figura 4-13 Requerimientos para el criterio de biciestacionamientos. Fuente: PCES, Libros Blancos de SEDEMA, 2012.....	75
Figura 4-14 Consideraciones en la construcción de edificaciones para la reducción de impactos ambientales	76
Figura 4-15 Ejemplo de asentamientos humanos irregulares en la zona. Fuente: Google Maps.....	85
Figura 4-16 Zona de estudio en el año 2000. Fuente: Google Earth	85
Figura 4-17 Zona de estudio en el año 2005. Fuente: Google Earth	86
Figura 4-18 Zona de estudio en el año 2010. Fuente: Google Earth	86
Figura 4-19 Zona de estudio en el año 2015. Fuente: Google Earth	87
Figura 4-20 Zona de estudio en el año 2018. Fuente: Google Earth	87
Figura 4-21 Iconografía para el manejo de RSU. Fuente: SEMARNAT.....	95
Figura 4-22 Separación de los residuos sólidos. Fuente: Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos en el Distrito Federal, 2008.	96



8 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Certificaciones internacionales de edificaciones sustentables (Elaboración propia con información de Las diversas certificaciones aplicables a los edificios sustentables en México (Aguirre, 2014))	7
Tabla 1-2 Sistemas de Certificación de Edificación Sustentables en México (Elaboración propia con información de la revista Obras Web (Fermín, 2014))	8
Tabla 2-1 Datos de proyecto.....	11
Tabla 3-1 Ponderación para el criterio de energía (SEDEMA, 2014)	25
Tabla 3-2 Ponderación para el criterio de agua (SEDEMA, 2014)	26
Tabla 3-3 Ponderación para el criterio de calidad de vida y responsabilidad social (SEDEMA, 2014).....	26
Tabla 3-4 Ponderación para el criterio de impactos ambientales y otros impactos (SEDEMA, 2014)	28
Tabla 3-5 Ponderación para el criterio de impactos ambientales y otros impactos (SEDEMA, 2014)	29
Tabla 4-1 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de energía (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)	35
Tabla 4-2 Ficha técnica de la celda fotovoltaica del modelo CHN-330-72M	45
Tabla 4-3 Ficha técnica del calentador CaloRex SL240 (Calorex, 2019).....	47
Tabla 4-4 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de agua (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)	50
Tabla 4-5 Límites máximos permisibles de contaminantes, promedio mensual. Fuente: NOM-003-SEMARNAT-1997	58
Tabla 4-6 Gasto máximos en válvulas o grifos. Fuente: NMX-C-415-ONNCCE-2015.....	61
Tabla 4-7 Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera. Fuente: NOM-008-CNA-1998.....	61
Tabla 4-8 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de calidad de vida y responsabilidad social. (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)	63
Tabla 4-9 Requerimientos en especies para la provisión de áreas verdes. Fuente: NADF-006-RNAT-2004	73
Tabla 4-10 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de impacto ambiental y otros impactos. (Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)	77
Tabla 4-11 Puntaje de los criterios de sustentabilidad para el rubro de residuos sólidos.	

(Fuente: DGRA de la SEDEMA 2014)..... 90
Tabla 4-12 Resultados previstos en la certificación. Fuente: Elaboración propia 97