



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

***EDIFICACIÓN SUSTENTABLE***

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERA CIVIL**

PRESENTA:

**YESSIEL MERCADO ALCALÁ**

DIRECTOR DE TESIS

ING. MARCOS TREJO HERNÁNDEZ



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## Agradecimientos

Antes que nada, quisiera agradecer a mi familia, a mi papá Francisco, mi mamá Josefina y mi hermana Yarel que sin su apoyo incondicional, jamás hubiera alcanzado este logro.

También quisiera agradecer a todas esas personas tan especiales que me acompañaron en este viaje, amigos y compañeros, los cuales hicieron este recorrido mucho más interesante, divertido y lleno de enseñanzas.

Y, finalmente, quisiera agradecer a la Universidad por este espacio donde pude crecer, desarrollarme y convertirme en la persona que soy hoy, a todos los profesores que me compartieron sus conocimientos y, particularmente, a mis sinodales por su apoyo y dirección durante este proceso.

## Índice

Índice .....	3
Introducción .....	7
Desarrollo Sustentable (o Sostenible) .....	8
Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable: .....	8
La Situación Actual en Materia de Sustentabilidad en el Valle de México .....	10
Población .....	10
Energía.....	11
Agua.....	12
Uso del Suelo.....	14
Transporte .....	15
Uso de Recursos .....	16
Disposición de Residuos .....	17
Calidad de Vida.....	18
Edificación Sustentable .....	20
Edificación, Ecología y Medio Ambiente .....	20
Edificación y Cambio Climático .....	21
Enfoque Integral de la Edificación Sustentable.....	22
Proceso de Planeación en la Edificación Sustentable .....	25
Análisis del Ciclo de Vida .....	27
Beneficios, Oportunidades y Retos de la Edificación Verde .....	30
Beneficios de la Edificación Sustentable .....	30
Oportunidades y Retos de la Edificación Sustentable.....	32
Sistemas de Certificación de Edificación Sustentable.....	35
Sistema LEED (Leadership in Energy and Environmental Design-Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental).....	37
Sistema del Consejo de Edificación Sustentable .....	37
Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (WorldGBC) .....	37
Consejo de la Edificación Sustentable de los Estados Unidos (USGBC) .....	39
Instituto de Certificación de la Edificación Sustentable (GBCI).....	40
Consejo Mexicano de la Edificación Sustentable (CMES) .....	42

---

Sistema de certificación LEED .....	43
Antecedentes del Sistema de Certificación LEED.....	43
Créditos y Niveles de Certificación.....	46
Versiones del Sistema de Certificación LEED .....	48
Proceso de Certificación.....	53
Categorías dentro de la Certificación.....	56
Proyecto de Aplicación.....	65
Ubicación.....	65
Instalaciones.....	66
Sitios Sostenibles.....	76
Prerrequisito SS 1: Prevención de la Contaminación en las Actividades de Construcción. ....	76
Crédito SS 1: Selección del Sitio. ....	76
Crédito SS 2: Densidad del Desarrollo y Conectividad de la Comunidad.....	77
Crédito SS 3: Redesarrollo de Suelos Industriales Contaminados .....	80
Crédito SS 4.1: Transporte Alternativo: Acceso al Transporte Público.....	80
Crédito SS 4.2: Transporte Alternativo: Almacén de Bicicletas y Vestuarios.....	80
Crédito SS 4.3: Transporte Alternativo: Vehículos de Baja Emisión y Combustible Eficiente...	81
Crédito SS 4.4: Transporte Alternativo: Capacidad de Estacionamiento .....	82
Crédito SS 5.1: Desarrollo del Sitio: Proteger o Restaurar el Hábitat. ....	83
Crédito SS 5.2: Desarrollo de Sitio: Maximizar el Espacio Abierto.....	85
Crédito SS 6.1: Diseño de Escurrimientos: Control de Cantidad.....	85
Crédito SS 6.2: Diseño de Escurrimiento: Control de Calidad.....	86
Crédito SS 7.1: Efecto Isla de Calor: No- Azotea .....	86
Crédito SS 7.2: Efecto Isla de Calor: Azotea .....	87
Crédito SS 8: Reducción de la Contaminación Lumínica .....	87
Eficiencia en Agua (WE por sus siglas en inglés) .....	88
Prerrequisito WE 1: Reducción del Uso de Agua .....	88
Crédito WE 1: Eficiencia del Agua en Jardinería.....	90
Crédito WE 2: Tecnologías Innovadoras en Aguas Residuales.....	90
Crédito WE 3: Reducción del Uso de Agua.....	90
Energía y Atmósfera .....	91
Prerrequisito EA 1: Supervisión Fundamental del Sistema de Energía del Edificio. ....	91

---

Prerrequisito EA 2: Mínima Eficiencia Energética.....	91
Prerrequisito EA 3: Gestión Fundamental de Refrigerantes.....	93
Crédito EA 1: Optimización de la Eficiencia Energética.....	94
Crédito EA 2: Energía Renovable In-Situ.....	94
Crédito EA 3: Supervisión Mejorada.....	94
Crédito EA 4: Gestión Mejorada de los Refrigerantes.....	95
Crédito EA 5: Medición y Verificación.....	95
Crédito EA 6: Energía Verde.....	95
Materiales y Recursos.....	96
Prerrequisito MR 1: Almacenamiento y Recolección de Reciclables.....	96
Crédito MR 1.1: Reutilización del Edificio: Mantener Muros, Pisos y Techos Existentes.....	96
Crédito MR 1.2: Reutilización del Edificio: Mantener Elementos Interiores no Estructurales.....	96
Crédito MR 2: Gestión de Residuos de Construcción.....	96
Crédito MR 3: Reutilización de Materiales.....	97
Crédito MR 4: Contenido en Reciclados.....	97
Crédito MR 5: Materiales Regionales.....	98
Crédito MR 6: Materiales Rápidamente Renovables.....	98
Crédito MR 7: Madera Certificada.....	99
Calidad del Ambiente en Interiores.....	99
Prerrequisitos IEQ 1: Eficiencia Mínima de la Calidad Ambiental Interior.....	99
Prerrequisito IEQ 2: Control del humo de Tabaco Ambiental (ETS).....	101
Crédito IEQ 1: Monitoreo de la Entrada de Aire Fresco.....	101
Crédito IEQ 2: Incremento de la Ventilación.....	101
Crédito IEQ 3.1: Plan de Gestión de Calidad de Aire Interior en Construcción-Durante la Construcción.....	102
Crédito IEQ 3.2: Plan de Gestión de Calidad de Aire Interior en Construcción-Previo a la Ocupación.....	102
Crédito IEQ 4.1: Materiales de Baja Emisión – Adhesivos y Selladores.....	103
Crédito IEQ 4.2: Materiales de Baja Emisión – Pinturas y Recubrimientos.....	103
Crédito IEQ 4.3: Materiales de Baja Emisión – Sistema de Pisos.....	103
Crédito IEQ 4.4: Materiales de Baja Emisión – Productos Madera Compuesta y de Fibras Agrícolas.....	104

---

Crédito IEQ 5: Control de Fuentes Internas de Productos Químicos y Contaminantes. ....	104
Crédito IEQ 6.1: Capacidad de Control de Sistemas – Iluminación.....	105
Crédito IEQ 6.2: Capacidad de Control de Sistemas – Confort Térmico. ....	105
Crédito IEQ 7.1: Confort Térmico – Diseño. ....	105
Crédito IEQ 7.2: Confort Térmico – Verificación.....	106
Crédito IEQ 8.1: Luz Natural y Vistas – Luz Natural.....	106
Crédito IEQ 8.2: Luz Natural y Vistas – Vistas. ....	107
Conclusiones y Comentarios .....	111
Bibliografía .....	114
Anexo 1.....	116

## Introducción

Siendo que el tema de la sustentabilidad es un tema que, desde hace unos años, ha estado en auge, es necesario considerar sus aplicaciones en la forma en la que concebimos las edificaciones. Esto conlleva un impacto importante respecto a la manera en la que planeamos, construimos y operamos los edificios, el cual va a ser analizado durante esta tesis.

Sin embargo, el término de sustentabilidad es un término muy usado pero que pocas personas entienden a fondo, por lo tanto, la primera parte se enfoca a definirlo en términos generales para después explicar cuáles son los aspectos que afectan directamente a la Zona Metropolitana del Valle de México, en donde se localiza nuestro proyecto.

Posteriormente, buscamos profundizar en las consideraciones que deben existir en el proyecto para lograr que una edificación sea sustentable, empezando por la importancia de considerar la edificación con un enfoque integral que abarque todos los participantes en el proyecto así como todas sus etapas. Se continuará con la explicación de lo relevante que es la etapa de planeación bien realizada. Además, se subrayará la importancia del análisis del ciclo de vida, tanto en el edificio como en los materiales, para que realmente sean sustentables. Para completar, es necesario definir los beneficios, retos y oportunidades con los que se topa la edificación sustentable. Finalmente se mostrarán los métodos que se han encontrado para asegurar que la edificación sea sustentable, en este caso, a través de la certificación.

Ya definidas las características de la edificación sustentable, nos podemos enfocar al sistema de Certificación LEED, que es aquel ofrecido por el Consejo de Edificaciones Sustentables de los Estados Unidos y por lo tanto, el más utilizado en México. Empezaremos por presentar las instituciones que lo avalan y después, explicaremos el sistema en sí, definiendo como se manejan el sistema de puntos, los créditos y requisitos a cumplir, sus múltiples versiones, el proceso necesario para lograr la certificación y finalmente, las categorías que lo componen y los objetivos de cada una de ellas. Todo esto, con el fin de que se entienda a detalle todo lo que implica una certificación en este sistema y como se puede aplicar a un caso real.

Para entender cuáles son las modificaciones que debe tener un edificio para volverlo sustentable, estudiaremos el caso de un Edificio de Departamentos, situado en la calle Reforma en el número 380, que es un edificio que se encuentra apenas en la etapa de planeación. Una vez conocidas estas modificaciones, podremos sugerir, a partir de lo observado en esta tesis, si se considera conveniente o no que el proyecto de este edificio deba registrarse para intentar obtener alguna certificación, dentro de las opciones ofrecidas por el sistema de certificación LEED.



## Desarrollo Sustentable (o Sostenible)

### Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable:

El término sustentable, originalmente, define al equilibrio en la manera en que una especie utiliza un recurso, con tal de asegurarse que este recurso no sea sobreexplotado o mal explotado y así permitir su renovación. Este término no es aplicable a productos no renovables como son los gases o derivados del petróleo <sup>[1]</sup>.

Sin embargo, hoy en día el concepto se utiliza como sinónimo de ecológico o amigable con el medio ambiente. Es un término usado para definir aquellos procesos, productos o sistemas que aporten un beneficio en materia ambiental o busquen un desarrollo sustentable.

Según el informe de Brundtland de 1987, *“El desarrollo sustentable consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”* <sup>[2]</sup>.

Este concepto exige que para que un proyecto cumpla los propósitos del desarrollo sustentable el crecimiento debe darse no sólo en el ámbito ecológico, sino que debe ser complementado con un crecimiento en los ámbitos económico y social (ver Figura 1.1).



Fuente: Diego Ibarra, Energy Arq, 2010.

**Figura 1.1: Esquema de los tres ámbitos básicos del desarrollo sustentable.**

El cambio, en términos del medio ambiente, no puede ser llevado a cabo si no se consideran los usos y aplicaciones aportados por la sociedad y los usuarios. En todo momento es necesario considerarlos y hasta modificar sus conductas y costumbres para asegurar el éxito del proyecto.

Por ejemplo, no tiene sentido colocar un sistema de separación de residuos sólidos cuando no se acompaña de la información necesaria para que el usuario conozca cuáles son los desechos que van en cada uno de los contenedores.

De igual manera, el proyecto no puede funcionar si, eventualmente, no provee un beneficio económico, al final del día, estamos en un mundo en donde el costo beneficio es el factor de impulso más relevante. No obtendremos ningún inversionista que esté dispuesto a aportar dinero para un sistema de aire acondicionado más sofisticado si éste no representa un ahorro en los gastos mensuales de electricidad y, por lo tanto, una recuperación económica más rápida de su inversión inicial.

El argumento de mantener el crecimiento en los tres ámbitos al mismo tiempo, proporcionando un beneficio para todos los involucrados, es considerado el círculo virtuoso del desarrollo sustentable. Para asegurar el beneficio en estas tres áreas, es indispensable que se desarrollen simultáneamente, sin que el beneficio de uno demerite al otro, ésta es la base del desarrollo sustentable.

Esto representa una revaloración en la forma de concebir el desarrollo, aunque no esté particularmente peleado con el crecimiento, si recurre a una desaceleración y control del crecimiento, así como a una modificación de la forma en la que se conciben los proyectos. El desarrollo sustentable considera que los recursos financieros y materiales, son tan importantes como los recursos humanos y sociales, y particularmente los recursos naturales. Esta visión plantea que el crecimiento requiere el uso de todos estos recursos o capitales y para evitar la descapitalización, es necesario conocer y aceptar los límites de su explotación.

Por ejemplo, el caso del capital humano en una empresa, si se excede el horario laboral y se le da una carga mayor al empleado de la que puede manejar en su horario, lleva a disminuir la productividad, se arriesga la empresa a tener una mayor cantidad de errores humanos y aumenta la posibilidad de enfermedades, por lo tanto, aumenta la posibilidad de ausentismo. El desarrollo sustentable propone que los trabajadores tengan una vida equilibrada con tiempo libre que les permita tener una vida más plena, que esté a su alcance, para asegurar que mientras el empleado este trabajando, ofrezca la mayor productividad, con los resultados más favorables para la empresa.

El desarrollo sustentable considera dentro de sus áreas de estudio las siguientes:

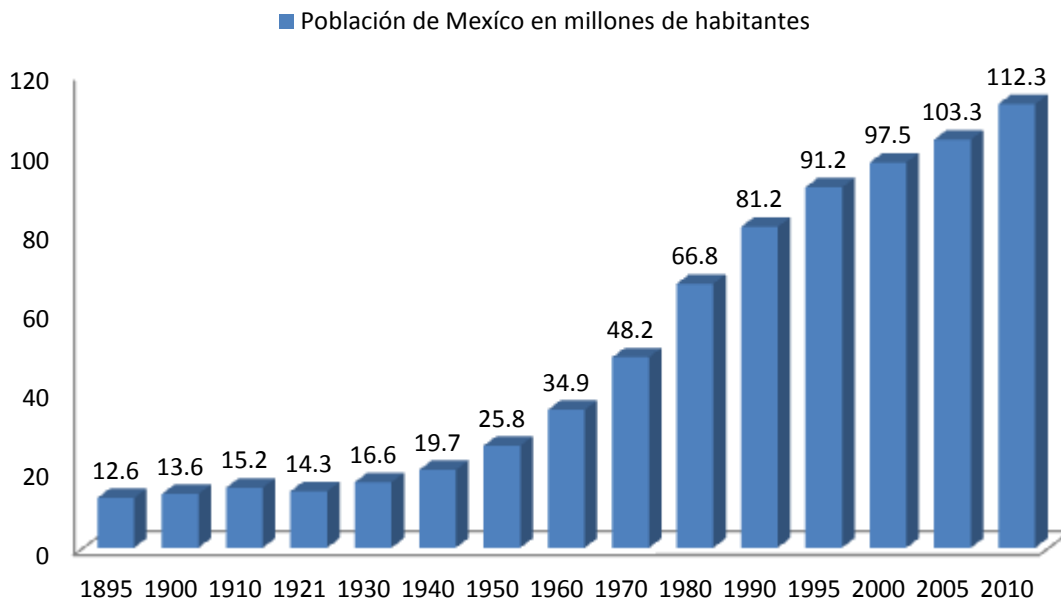
- La Energía: buscar que se reemplacen las energías más usadas actualmente, que provienen de recursos no renovables y contaminantes, por energías renovables y limpias.
- El Agua: enfocarse a desarrollar técnicas para aumentar el ahorro, reuso y reciclaje del agua.
- El Uso del Suelo: utilizar de manera más eficiente y más diversa posible el suelo, asegurándose de no contaminar y de no invadir terrenos ricos en recursos naturales.
- El Transporte: impulsar el uso de transportes públicos no contaminantes, así como disminuir tiempos de trayecto.

- El Uso Adecuado de los Recursos: asegurar el correcto y limitado uso de los recursos para promover su renovación y usar materiales que sean lo menos contaminantes posibles y que consideren su ciclo de vida completo.
- La Disposición de Residuos: separar los residuos para reciclar lo reciclable y disponer de los residuos no reciclables de la forma correcta y segura.
- La Calidad de Vida: asegurar la salud y bienestar de todos los involucrados, creando áreas verdes, lugares seguros donde interactuar y permitir las mejores condiciones para su desarrollo permanente.

## La Situación Actual en Materia de Sustentabilidad en el Valle de México

### Población

Durante el Censo de Población del 2010, realizado por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se determinó que en todo el país se contaban con 112.3 millones de habitantes, lo cual nos caracteriza como un país con un crecimiento de población exponencial (ver Gráfica 1.1)

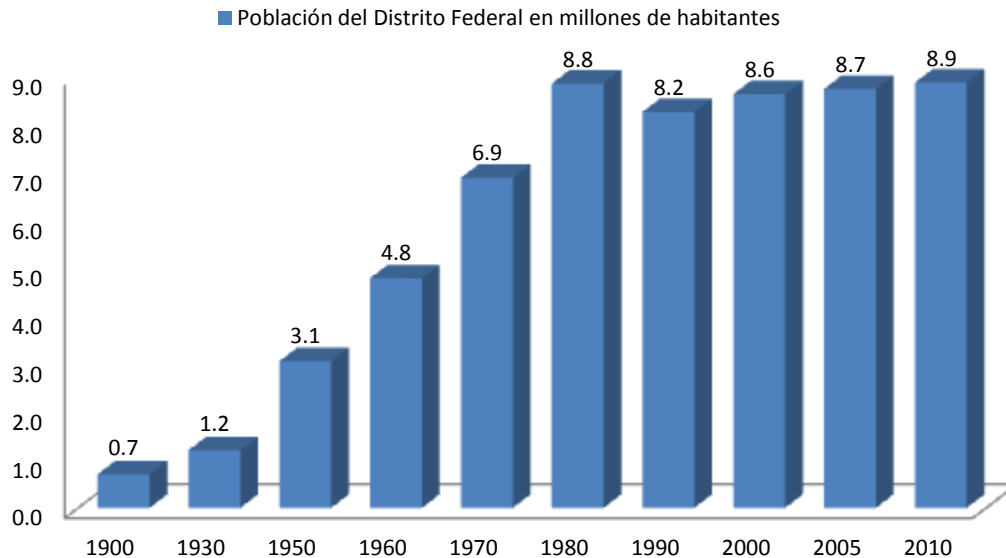


Fuente: INEGI, Censo de Población, 2010.

**Gráfica 1.1: Gráfica del Censo de Población en México desde 1895 al 2010.**

Sin embargo, la Zona Metropolitana del Valle de México, que incluye al Distrito Federal así como 59 municipios del Estado de México y 1 del Estado de Hidalgo, cuenta ya con más de 20 millones de habitantes, que representa, aproximadamente, el 18% de la población del país. A su vez, el Distrito Federal cuenta con 8.85 millones de habitantes que representa un incremento muy moderado desde el último conteo de población del 2005, según se puede observar en la gráfica 1.2. A mediados del siglo pasado, la ciudad tuvo un crecimiento exponencial, ya que entre 1950 y 1970, aumentó más del doble su población. Sin embargo, la curva de crecimiento se estancó a

partir de los años 90s. Esta estabilidad se debe a la disminución de áreas libres habitables y a la falta de terrenos para crear nuevas viviendas. A su vez, las cuatro Delegaciones del centro de la ciudad, pierden población, para darle paso a negocios y viviendas muy costosas que menos personas pueden adquirir. Por lo tanto, los antiguos habitantes tienden a retirarse a vivir a las zonas más alejadas del centro, donde el costo de la vivienda es más accesible, creándose problemas de transporte, contaminación y desigualdad económica.



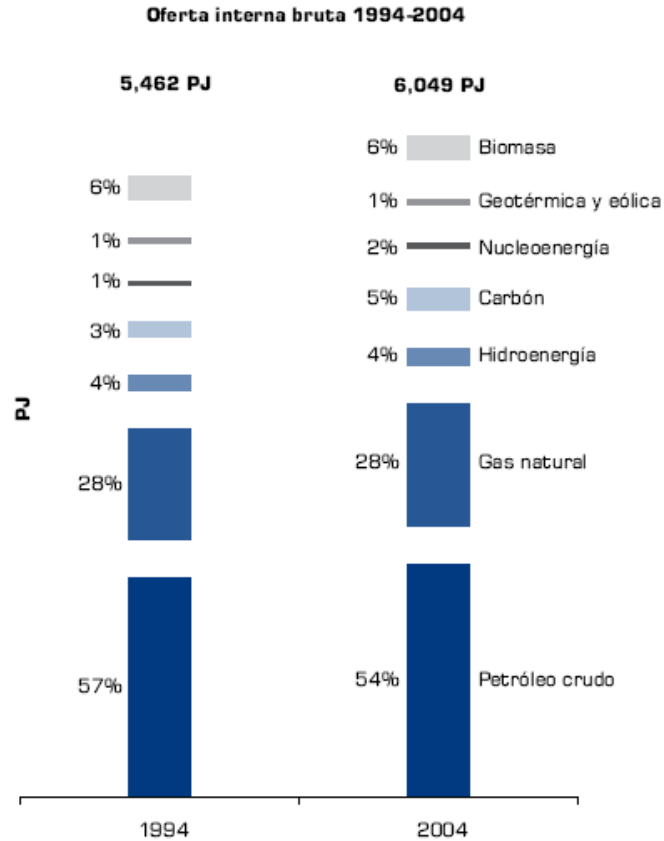
Fuente: INEGI, Censo de Población, 2010.

**Gráfica 1.2: Gráficas del Crecimiento del Censo de Población en el Distrito Federal desde 1900 al 2010.**

El Distrito Federal es la entidad del país donde se concentran los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial y cuenta con un gobierno propio desde 1997. Representa el 21.5% del PIB nacional y el PIB per cápita es estimado en US\$ 18.381, siendo estos dos parámetros los más altos del país. En una ciudad que concentra gran parte de los servicios terciarios y mucho del comercio del país demuestra un país centralizado, sin embargo, poco a poco crecen otras zonas metropolitanas como Guadalajara, Monterrey, Toluca y Puebla, lo que va disminuyendo la carga en la Ciudad de México.

## Energía

En México, la energía es producida y distribuida por la Comisión Federal de Electricidad. El porcentaje de energía renovable que se utiliza es menor al 13 % y éste es el mismo porcentaje desde 1994, considerando como energía renovable la nucleenergía y la hidroenergía. Sin embargo, la clasificación de estas dos energías como renovables es un tema en controversia, debido a la cantidad de efectos ambientales y humanos negativos que pueden llegar a tener durante su generación y/o producción en las zonas colindantes (ver Gráfica 1.3).



Biomasa: incluye leña y bagazo de caña.  
Fuente: CMM 2005, elaborado con datos de BNE 2004, GENE 2005.

**Gráfica 1.3: Gráfica comparativa de la oferta interna bruta de energía en México entre 1994 y el 2004.**

En términos del uso de la energía, en la Ciudad de México, encontramos problemas de falta de conciencia e información. El 40% de la energía es desperdiciada en “vampiros”, que son aquellos aparatos que no están siendo utilizados aunque se mantienen conectados a la red y absorben energía (Ej. cargadores de celulares, aparatos electrodomésticos, etc.). Es importante enfocar los esfuerzos a impulsar la producción de energía proveniente de fuentes no contaminantes así como la concientización y educación de los habitantes para fomentar la disminución del consumo.

### Agua

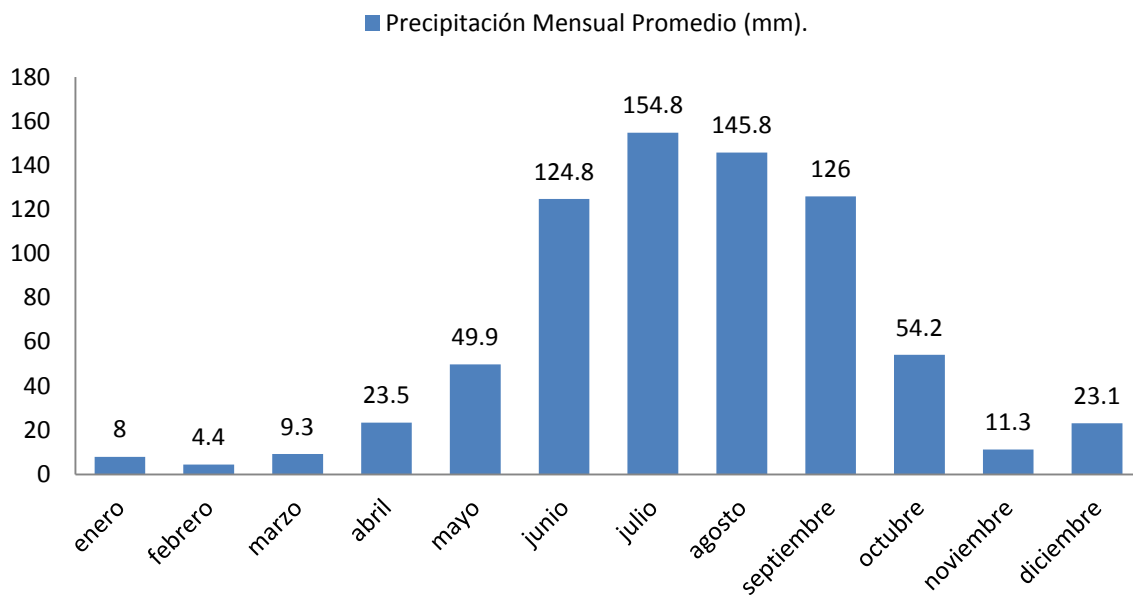
Históricamente, la Ciudad de México está muy relacionada con el agua. Antes de la colonización fue el centro del Imperio Azteca, construida sobre el lago de la Ciudad de México. En esa época, utilizaban las chinampas como sistemas de cultivo aprovechando al máximo el recurso. A pesar de ser un lago, con agua tanto salada como dulce, los aztecas lograron controlarlo gracias a diques,



**Imagen 1.1: Diego Rivera, Mural del Palacio Nacional.**

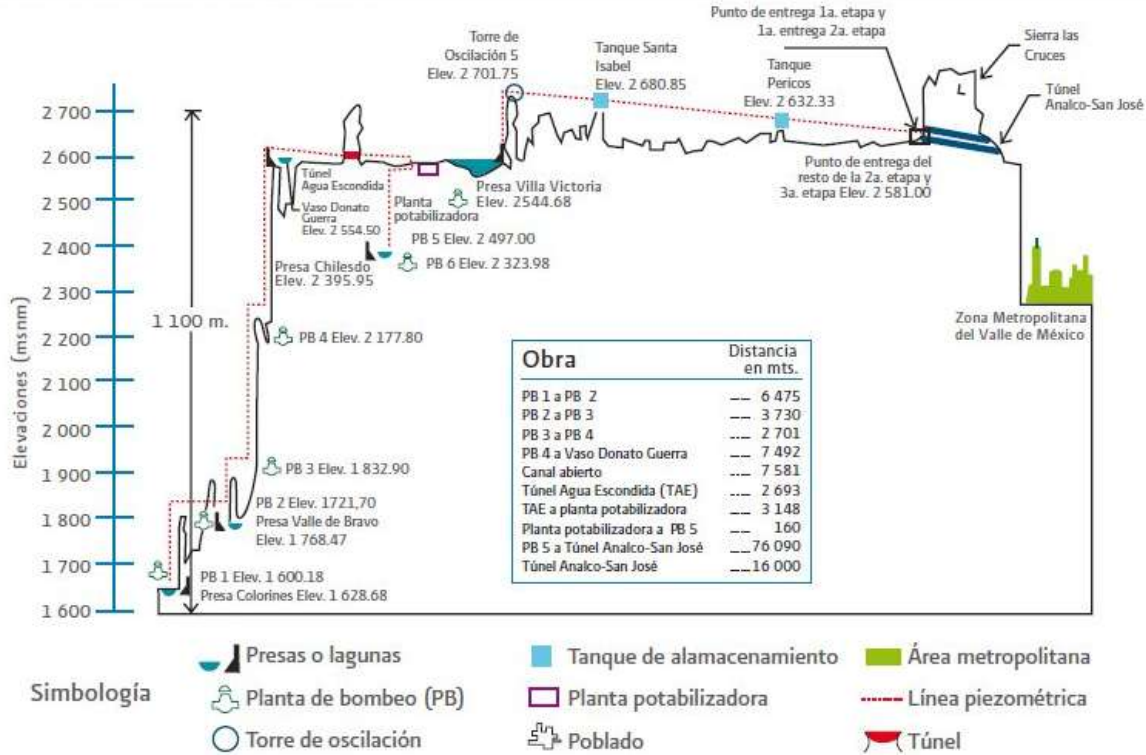
puentes y acueductos para traer el agua potable, evitar las inundaciones y asegurar el riego de sus cultivos (ver Imagen 1.1). Cuando llegaron los españoles, consideraron el agua como un medio para dominar a los aztecas que dependían de ella, así como un riesgo de inundación para su nueva ciudad y drenaron el lago.

Desde entonces, la política respecto al agua en la Ciudad, ha sido de someterla en lugar de usarla como recurso. Actualmente, de los 45 ríos que llegan al D.F., el Río Magdalena es el único que se mantiene vivo. Todos los demás ríos que llegan a la ciudad, son entubados y mezclados con el drenaje y con el agua pluvial que se precipita sobre la Ciudad y que se ve aumentada por la pavimentación de la superficie que impide la infiltración. Esto no sólo representa un problema de salud ya que contaminamos el agua superficial que llega a la Ciudad, sino sobrecarga el drenaje y en temporadas de lluvia (ver Gráfica 1.4), provoca insuficiencia del drenaje e inundaciones. Lo cual implica que se ensucia la poca agua limpia que llega y se envía hacia el Estado de Hidalgo por medio del drenaje, para que se vierta al Golfo de México, de esta agua, sólo la mitad es tratada.



**Gráfica 1.4: Gráfica de la precipitación media anual (1941-2005) promedio en el Distrito Federal.**

Por otro lado, el agua potable de la Ciudad proviene de varios puntos, principalmente del Sistema de Abastecimiento de Agua Cutzamala y de pozos de absorción ubicado en su mayoría en la zona oriente de la ciudad. Respecto al Sistema Cutzamala, este requiere 2,280 millones de kWh para recorrer 334.3 km de tubería y subir el agua de los 1,600 a los 2,702 msnm (metros sobre el nivel del mar) y potabilizar el agua (ver Gráfica 1.5) con el objetivo de proporcionar poco menos del 30% del agua que se consume en el Valle de México.



Fuente: Comisión Nacional del Agua, Infraestructura Hidráulica, 2009.

Gráfica 1.5: Gráfica del perfil del transporte del agua en el Sistema Cutzamala.

El otro 70% proviene de la extracción de los mantos acuíferos por medio de aproximadamente 600 pozos locales. Debido a la complicación que representa asegurar la calidad del agua, debido a que proviene de tantos pozos, no se puede asegurar que sea agua potable. Por otro lado, la Ciudad y sus zonas colindantes están siendo invadidas por la civilización o deforestación, disminuyendo cada vez el área disponible para que el agua se infiltre y recargue los mantos acuíferos, provocando la sobreexplotación de los mismos.

Finalmente, se pierde aproximadamente el 40% del agua potable de la Ciudad en fugas, debido a la falta de mantenimiento de las tuberías, ya que en su mayoría, cuentan con más de 50 años de uso.

El tema del agua en la Ciudad de México es un tema muy delicado que debe ser abordado lo más pronto posible, proveyendo mantenimiento de las tuberías, creación de plantas de tratamiento para reducir la demanda y, principalmente, con políticas de concientización social para disminuir el consumo del agua.

### Uso del Suelo

El primer problema en el uso de suelo en la Ciudad de México es primordialmente la falta de terrenos disponibles. En general, todos los terrenos habitables con una buena infraestructura, acceso, servicios y locación son muy selectos y su costo por metro cuadrado es excesivo e

incosteable para la mayoría de los habitantes. Este tema genera una inequidad respecto al uso del suelo.



**Imagen 1.2: Mapa del Distrito Federal por Delegaciones.**

Por un lado, tenemos zonas con gran ingreso económico, alto movimiento comercial, altos costos en venta de terrenos y todos los servicios a la mano, representan las 4 Delegaciones centrales (Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Benito Juárez, y Coyoacán), así como parte de Álvaro Obregón y Cuajimalpa (zona de Santa Fe). Estas son las Delegaciones (ver Imagen 1.2) que actualmente están perdiendo habitantes, pero aumentando el número de empleos disponibles, manteniéndose como punto de interés en el transporte y asegurando todos los servicios básicos a la mano.

Por otro lado, las zonas periféricas del Valle de México, son zonas con gran crecimiento poblacional, la gente buscando lugares más baratos para vivir decide mudarse más lejos del centro, sin importar si cuentan con todas las facilidades, servicios básicos y transporte

necesarios para su calidad de vida. Este suelo es primordialmente usado para casas o departamentos pequeños, de interés social, donde los servicios existen pero son limitados o viviendas mal acondicionadas (paracaidistas) que se apoderan de los terrenos sin asegurarse las mínimas condiciones de calidad de vida.

Este problema puede tener la respuesta en varios campos ya que representa un dilema de urbanismo que involucra diversos enfoques, pero que en general, todos recurren al mismo punto. Se debe diversificar el uso del suelo, creando vivienda accesible en las zonas donde existe el empleo y creando políticas que atraigan a los inversionistas a construir sus negocios y a generar empleo en las zonas suburbanas donde ya existe la vivienda, obligando a la infraestructura a estar en las mejores condiciones posibles para cumplir las necesidades de todos los ocupantes.

## Transporte



El transporte es el mayor motivo de contaminación del aire en la Ciudad. Como se explicó anteriormente, la problemática de lo poco diversificado del uso del suelo lleva a la necesidad de que los habitantes se transporten recorriendo grandes distancias para ir desde el lugar de vivienda hasta el lugar de trabajo, creando una enorme cantidad de viajes diarios de muy larga

**Imagen 1.3: Transporte personal en el D.F.**



duración. Eso es posible gracias a la enorme red de transporte colectivo que incluye metros, metrobuses, trolebuses, camiones (o peseros), camionetas (o combis) y coches particulares. De estos métodos, el más agresivo con el medio ambiente es el transporte personal, que causa un gran problema en emisiones de CO<sub>2</sub>, congestiones en toda la ciudad (ver Imagen 1.3) y sólo representa el 30% de los viajes hechos en la ciudad.

Se están haciendo esfuerzos por disminuir el uso de este medio personal de transporte, aumentando el número de Líneas del Metro (la nueva Línea 12), fomentando el uso de bicicletas, gracias a políticas como la “ecobici” y las “ecovialidades” (particularmente en la Avenida Reforma), y promoviendo la disminución de peseros, que constituyen un transporte de poca calidad, gracias a la implementación de metrobuses (ver Imagen 1.4).



**Imagen 1.4:** Sistemas de transporte públicos de baja emisión en el D.F.

Sin embargo, se sigue promoviendo el uso del automóvil creando vialidades nuevas que solucionan momentáneamente el tráfico. Si mantenemos el crecimiento de la flota de coches privados, se va a continuar saturando la Ciudad y las vialidades terminarán por ser insuficientes. Se debe buscar una solución que dirija sus esfuerzos al mejoramiento del sistema de transporte público, tanto en cantidad como en calidad, desarrollar tecnologías alternativas a la quema de combustible fósil para el transporte en automóvil.

### Uso de Recursos

Siendo que la Zona Metropolitana concentra sus ingresos en el sector terciario, representa un foco de importación muy importante. Es necesario importar la comida para abastecer a los 22 millones de habitantes, ya que las zonas de cultivo en la Ciudad de México son muy escasas (exclusivamente en la parte sur de la Ciudad). De igual manera, al ser una de las ciudades más diversas existe un enorme consumo de todo tipo de productos, materiales y recursos, que tanto su producción como su transporte representan un exceso de contaminación y emisiones de CO<sub>2</sub>.

En los últimos años, se ha impulsado (ya sea por moda o por demanda) el uso y consumo de comida y materiales que favorezcan el medio ambiente. Sin embargo, estos productos aún representan un incremento considerable en sus precios comparado con el precio de un producto normal y, por lo tanto, no son competitivos y siguen



**Imagen 1.5:** Campaña de Reforestación en las faldas del Popocatepetl.

siendo un lujo para la mayoría de la población.

El recurso explotado con mayor frecuencia en el Valle de México es la madera debido a la altitud y a la gran cantidad de montañas que envuelven el Valle, particularmente hacia el sur (Popocatepelt, Iztaccihualt, Ajusco). Sin embargo, la tala no es controlada y hay grandes zonas que sufren de deforestación. Existen varias empresas de la industria privada que apoyan para reforestar las áreas necesitadas del Valle (ver Imagen 1.5), aunque los esfuerzos siguen siendo insuficientes, debido a las dificultades que representan reforestar, en cuestión de tiempo y cuidado y a que no se ha podido controlar la tala clandestina.

### Disposición de Residuos

Diariamente, el Distrito Federal produce 12,000 toneladas de basura, de las cuales el 47% proviene de los residuos domésticos y, lo demás, se reparte entre comercios, mercados y servicios. Esta basura es recolectada por camiones colectores, se llevan a las 13 estaciones de transferencia, donde se traspasa a tráileres con capacidad aproximada de 30 toneladas. De lo que se recibe, 4,000 toneladas se llevan a las plantas de separación, donde los residuos recorren bandas en donde se seleccionan los materiales reciclables. Lo que no se separa en estas plantas y el resto de las toneladas producidas al día, se envían al Bordo Poniente. Este es un sitio de disposición final donde la basura es extendida por medio de maquinaria pesada y cubierta con tepetate.



Fuente: Google Earth, 2011.

**Imagen 1.6: Vista aérea del Bordo Poniente en comparativa con el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.**

Actualmente, el Bordo Poniente cuenta con 420 hectáreas con una altura de entre 12 y 15 metros, asegurando que tenga la pendiente necesaria para que el agua se escurra en lugar de infiltrarse (ver imagen 1.6). Se construyó el Bordo en este terreno debido a su gran salinidad, es decir, no es un terreno fértil. Para evitar las infiltraciones que contaminen el suelo, se colocó una membrana geotextil y una base de tepetate. Se mantiene un control del lixiviado (líquido producido por la degradación) y 250 pozos de venteo para control del biogás. El gobierno del D.F. ha realizado

esfuerzos para que se separe la basura orgánica de la inorgánica, creando una planta de composta en el bordo Poniente, para reducir la cantidad depositada de 3,000 toneladas al día.

Sigue existiendo un gran camino que recorrer, la contaminación, no sólo proviene del desecho, sino de la cantidad de emisiones que provocan su transporte, no se está aprovechando el metano producido por la descomposición de la basura para la producción de energía, y únicamente se recicla el 15% de los materiales reciclables. Este problema requiere una concientización de la importancia no sólo de separar la basura desde su inicio para facilitar su reciclaje, sino reutilizar la mayor cantidad de residuos posibles y, principalmente, disminuir la cantidad de basura producida.

### Calidad de Vida

La calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México varía según su posición social. Estamos en una Ciudad desigual, marcada por el poder adquisitivo de sus habitantes. Aquellos con el capital suficiente para comprar una vivienda cercana a su zona de trabajo, son aquellos que van a tener las facilidades de tener todos los servicios básicos a la mano, la mejor calidad de transporte y con mayor disponibilidad para desarrollar sus edificaciones de forma más sustentable. Sin embargo, la mayoría de la población de la ciudad no cuenta con esta disposición financiera, lo cual se ve reflejada en la calidad de los servicios, la calidad del transporte, así como el tiempo invertido en el mismo con la consiguiente poca disponibilidad de vivir en edificaciones verdes (ver imagen 1.7).



Imagen 1.7: Vistas comparativas entre la zona comercial de Santa fe y la zona habitacional de Iztapalapa.

Lo que se puede resaltar como el mayor problema, respecto a la calidad de vida ofrecida por esta Ciudad, radica en el problema del transporte que no sólo depende de la posición económica. Gran parte de las personas que habitan esta Ciudad, tienen que utilizar varias horas al día para transportarse, no sólo debido a las distancias, sino a lo insuficiente de la infraestructura en todos los campos para cubrir la demanda, demeritando en mucho la calidad de vida.

En el país, se calcula que la industria de la construcción así como el funcionamiento de edificio son responsables del:

- 17% del consumo total de energía
- 5% del consumo total de agua

- 25% del consumo total de electricidad
- 20% de las emisiones de dióxido de carbono
- 20% de los desechos generados<sup>[3]</sup>

Por este motivo, es importante considerar la edificación sustentable como una herramienta para combatir los problemas de la Ciudad de México en materia de sustentabilidad y analizar que representa la edificación sustentable, sus prácticas, los beneficios, las oportunidades y los retos que representa realizar un proyecto que busque ser sustentable.

## Edificación Sustentable

Considerando las dificultades ambientales a las que se enfrenta el Valle de México, es indispensable que se tomen acciones más estrictas en todos los campos, y en este caso analizaremos las medidas a tomar en cuenta en el diseño, construcción y operación de edificios.

La edificación sustentable (o verde) se define como *“la utilización de prácticas y materiales respetuosos del medio ambiente (con ventaja ambiental o ambientalmente preferibles) en la planeación, diseño, ubicación, construcción, operación y demolición de edificaciones. 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 [4]”*.

Para cumplir con estos requisitos, se lleva a cabo la planeación y diseño integral, así como el uso de nuevas tecnologías y prácticas que beneficien al medio ambiente, disminuyendo los consumos de energía, de agua así como reduciendo las emisiones de contaminantes y de gases tipo invernadero. De igual manera busca reducir los residuos sólidos producidos, controlar el uso de recursos naturales y ayudar a mejorar la calidad de vida, la salud y el bienestar humano.

La edificación sustentable en cuanto al criterio ambiental tiene dos objetivos primordiales: respetar la ecología disminuyendo el impacto ambiental y disminuir la emisión de gases tipo invernaderos para evitar el cambio climático.

### Edificación, Ecología y Medio Ambiente.

La ecología es una ciencia ramal de la biología que estudia la interacción de los seres vivos con su medio. Este enfoque considera que el humano es parte de un ecosistema, por lo tanto, no tiene una visión antropocéntrica de la relación que mantiene el humano con el medio ambiente sino una visión generalizada de cómo el humano pertenece al medio ambiente y sus acciones se manifiestan en todo el ecosistema que lo rodea.

Se entiende por medio ambiente todo lo que afecta a un ser vivo y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad. Este enfoque maneja al ser vivo, en la mayoría de los casos al ser humano, como el centro de estudio y las condiciones que lo rodean como factores que afectan al humano. Es un punto de vista antropocéntrico, en donde al humano no se le considera parte del sistema, sino como la causa de los efectos así como el que recibe las consecuencias.





Imagen 2.1: Corporativo Cinépolis, ejemplo de azotea verde, Michoacán.

La edificación sustentable, para cumplir con el objetivo de respetar la ecología, promueve la utilización de terrenos ya urbanizados, evitando las zonas no desarrolladas que aporten algún tipo de beneficio ambiental, como áreas verdes o cuerpos acuíferos. De igual manera, trata el tema de la disminución del efecto isla de calor en donde las edificaciones particularmente de concreto atraen mucho más calor que el terreno natural causando una pérdida de calor de las zonas colindantes e intenta evitar la contaminación lumínica del cielo nocturno.

Por otra parte, la edificación sustentable busca reducir la cantidad de agua utilizada por medio de la recolección y reutilización del agua pluvial, el tratamiento de aguas negras para su reúso, la colocación de accesorios ahorradores, políticas del uso de agua entre otros. También contempla el uso de materias primas de reúso o recicladas, proveniente de una zona cercana al sitio de construcción, el uso de materiales renovables y por parte del desecho, la separación de los materiales para su reciclaje tanto durante la construcción como durante la operación, siempre considerando como afectar lo menos posible la ecología (ver Imagen 2.1).

### Edificación y Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define el cambio climático en el párrafo 2 del artículo 1 como: *“Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables”*<sup>[5]</sup>.

El cambio climático es popularmente confundido con el calentamiento global debido a que este es uno de los efectos más difundidos, sin embargo, este concepto se enfoca a todos los factores, entre los cuales están la precipitación, desertificación, nubosidad, las corrientes de aire y las marítimas entre otros. A pesar de que existen todavía teorías que buscan refutar que el cambio climático sea un factor antropogénico, no puede negarse el impacto negativo que ha tenido la presencia humana en el medio ambiente, particularmente en el contexto de la contaminación.



Imagen 2.2: Hotel Fiesta Inn, ejemplo de edificio con persianas de control de luz natural, Distrito Federal.

La edificación sustentable tiene como objetivo disminuir la contaminación por gases de efecto invernadero, para esto uno de sus principales métodos es la disminución del uso de energía en todas sus modalidades. En este tema de deben tener muchas consideraciones como desde la utilización de luminarias ahorradoras hasta la orientación y diseño del inmueble para favorecer la entrada de luz natural. Por otro lado, promueve la reducción del uso de aire acondicionado, ya sea por medio de la ventilación natural particularmente en zonas cálidas o procurando que el inmueble este lo más térmicamente aislado posible si se considera necesario el aire acondicionado (ver Imagen 2.2). También promueve la generación e utilización de energía renovable. Sin embargo, se deben de considerar otros aspectos que afectan la producción de gases de tipo invernadero como es buscar la diversidad de uso de suelo en la mayor proximidad para asegurar que el ocupante pueda transportarse a pie a la mayoría de sus recorridos y promover el uso de bicicletas y vehículos de baja emisión. De igual manera intenta disminuir el uso de vehículos motorizados para el transporte de materiales, colocando la mayor cantidad de materiales que provengan de sitios locales. Y finalmente evitar el uso de materiales que emitan, tanto en su proceso de producción como el material mismo, todo tipo de contaminantes.

### Enfoque Integral de la Edificación Sustentable

Las prácticas de diseño tradicional en México son un proceso lineal jerárquico donde el cliente contrata un bufet de arquitectos para diseñar arquitectónicamente el edificio, tomando en cuenta las necesidades expresadas por el cliente. Posteriormente, el proyecto arquitectónico se hace llegar a un bufet de ingenieros estructuristas, donde se diseñan las cimentaciones y estructuras para realizar el proyecto propuesto por el arquitecto, y se firme por un DRO (Director Responsable de Obra). Ya teniendo los planos constructivos detallados, se contrata a una empresa constructora que planea el proceso constructivo, así como los costos de construcción y se encarga de construir el edificio. Por su cuenta, el cliente tiene la obligación de contratar a un supervisor de obra para asegurar que las indicaciones sean cumplidas con exactitud y solucionar cualquier problema que surja durante la construcción. Finalmente, después de una inspección, la empresa constructora entrega el edificio al cliente y el cliente toma cargo de las operaciones y mantenimiento futuro del edificio (ver Figura 2.1).

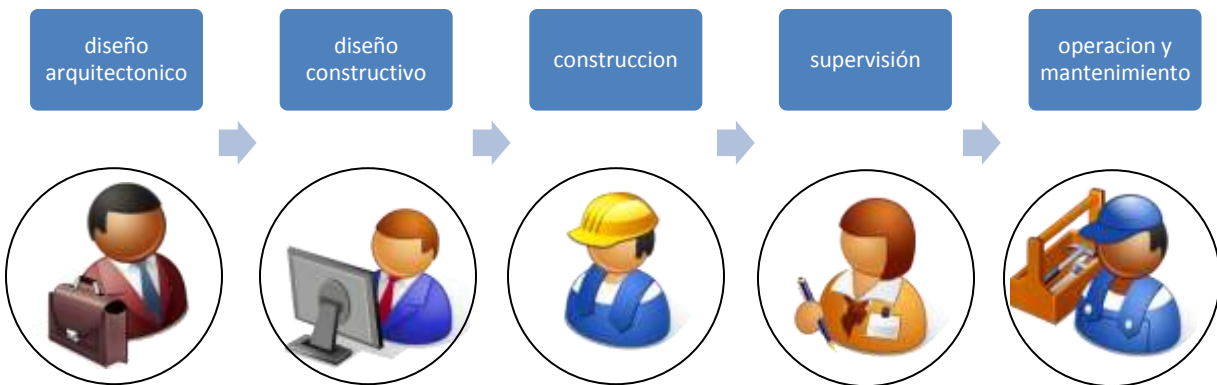


Figura 2.1: Representación del proceso lineal actual de edificación.

Este proceso es un proceso lineal donde el único punto en común es el dueño del edificio. Sin embargo, este tipo de procedimientos atrae grandes riesgos así como fallas durante el proceso. La falta de comunicación e integración entre las diferentes etapas del proceso conllevan grandes errores como, por ejemplo, cuando se suscita alguna dificultad durante el proceso constructivo, no se verifican los cálculos estructurales para asegurar que la modificación no dañe la estructura, y que a su vez, si se necesita una modificación estructural esta no modifique las necesidades arquitectónicas del edificio. Por otra parte, tradicionalmente el constructor cumple con los requisitos de ley de garantía del edificio pero, en cuanto se acaba este sistema de garantía, tanto la constructora como el equipo de diseño se desentienden de la operación y el mantenimiento del edificio. De igual manera, si cada parte se hace responsable por el proceso que le corresponde únicamente, los riesgos los asume individualmente, lo cual representa un gasto mayor. Igualmente, cada equipo tiene sus propios intereses de por medio, causando conflictos entre los diferentes equipos y, por lo tanto, representando un costo mayor para el inversionista. Para evitar las dificultades encontradas por el sistema tradicional de construcción, se propone la utilización de un enfoque integral del edificio.

El enfoque integral de la edificación sustentable se define como *“un enfoque de la ejecución del proyecto que integre a las personas, al sistema, a la estructura del negocio, y las practicas en un proceso de colaboración que aproveche los talentos y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, incrementar el valor para el propietario, reducir desechos, maximizar la eficiencia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción<sup>[6]</sup>”*.

El enfoque integral del edificio se basa en considerar todos los sistemas como uno sólo, interconectados. En el caso de un edificio, el sitio y sus recursos, el sistema de ventilación, de aire acondicionado y de calefacción así como los materiales, la estructura, el sistema de luz y fuerza y la envolvente deben ser todos considerados como un sólo sistema que funcione en conjunto, ya que todos tienen una conexión. Por ejemplo, no podemos calcular la energía necesaria para alimentar el edificio si no se considera qué sistema de calefacción se va a utilizar y cómo se va a operar el sistema. Y a su vez, no puedes considerar cómo se va a operar el sistema de calefacción



si no consideras la ventilación existente, la distribución arquitectónica así como los ocupantes del edificio y sus costumbres.

Para poder considerar todos los sistemas como uno, es necesario formar un equipo multidisciplinario donde se considere un experto o encargado de que cada uno de los sistemas que conciernen no sólo el diseño y la construcción pero también la ocupación. Por lo tanto, se necesita un equipo multidisciplinario durante todos los procesos (ver Figura 2.2), esta es la clave para el diseño óptimo de un edificio. El equipo encargado del proyecto debe ser un equipo formado al menos por los siguientes integrantes:

- el dueño del edificio,
- la constructora,
- los arquitectos,
- el gerente de proyecto,
- el diseñador de interiores,
- el paisajista, el diseñador de iluminación,
- el personal de intendencia,
- el gerente de mantenimiento,
- los ocupantes,
- los ingenieros, mecánicos, eléctricos y estructuristas,
- los consultores legales, financieros y otros
- y los consultores en edificación sustentable.



Figura 2.2: Representación del proceso integral de edificación.

Para que este equipo multidisciplinario y constante pueda realizar su trabajo de la forma eficiente y eficaz es indispensable asegurar una buena comunicación, la cual se ve ampliamente facilitada por las nuevas tecnologías que permiten la rápida y constante distribución de los datos. Es necesario asegurar que todas las decisiones sean tomadas contemplando a todos los involucrados y que todos estén informados por igual de los avances, modificaciones y las decisiones, asegurando que todos puedan aportar su opinión como expertos en su área. Esto requiere un gran esfuerzo de comunicación, paciencia y disposición por parte de todos los integrantes del equipo por lo cual la selección y actitud de los involucrados es un paso determinante para el éxito del proyecto.

El equipo debe ser el encargado de tomar las decisiones respecto a cuales son la mejor forma de cumplir con las necesidades de los ocupantes y del dueño, así como la mejor manera de mantener el impacto ambiental, y las emisiones de gases de efecto invernadero al mínimo, conservando el aspecto económico dentro de los lineamientos. Debido a que cada proyecto es diferente, la toma de decisiones es clave para lograr el mejor nivel de sustentabilidad. No se debe perder de vista que una de las partes más relevantes del enfoque integral es mantener una continuidad durante todas las etapas del proceso. El equipo también está encargado de supervisar y asegurar que lo que se decidió, sea cumplido durante todas las etapas del proyecto, incluyendo nos solo la

construcción sino también la operación, mantenimiento y posteriormente el desecho. Para que esto se cumpla es indispensable mantener a los directivos, el área administrativa, los encargados del control y de la operación siguiendo un mismo objetivo constante durante todo el proceso. Es decir, que se debe asegurar que las modificaciones que se vayan requiriendo durante todas las etapas cumplan con las directivas que se impusieron por el equipo, buscando que dichas directivas sean eficientes y efectivas al lograr los objetivos del proyecto, a esto se le conoce como mejora continua.

## **Proceso de Planeación en la Edificación Sustentable**

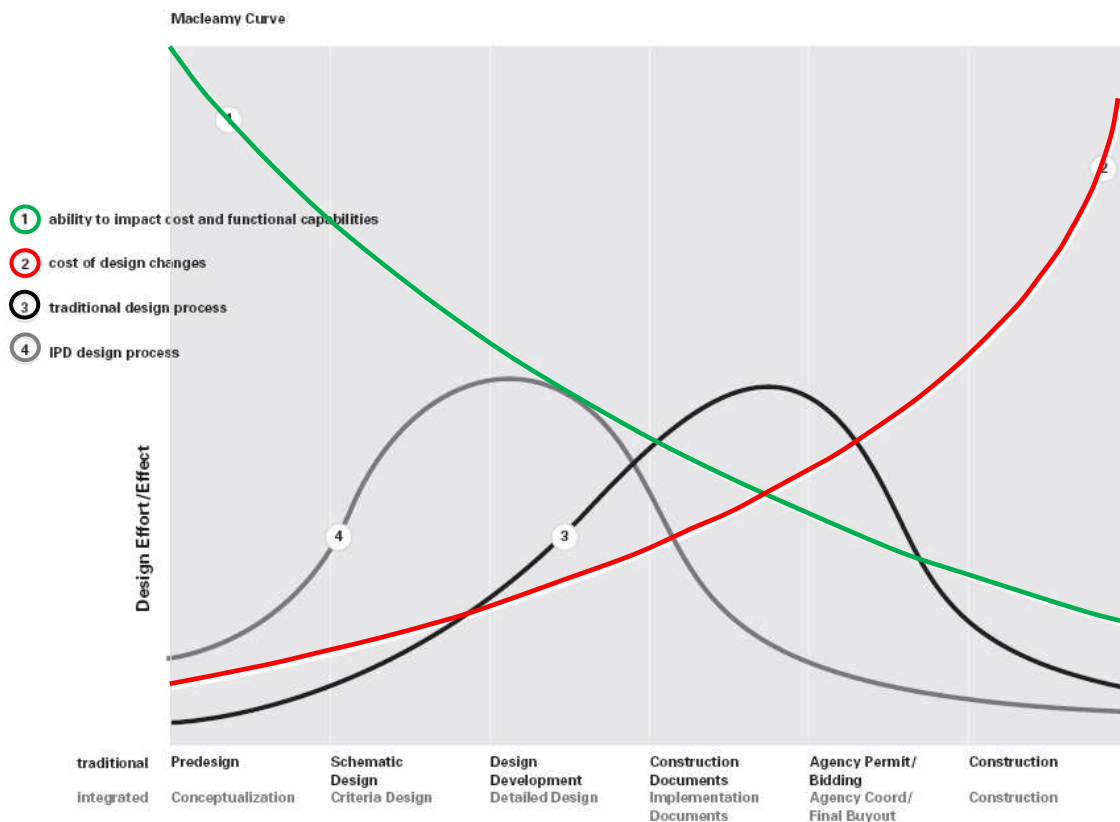
Dentro de la realización de proyectos de edificación, las etapas consideradas son la planeación, construcción, operación, mantenimiento y desecho. La etapa de la planeación es una de las más importantes ya que es aquella donde se definen los objetivos, se evalúa y se determina la factibilidad. Una vez definido el proyecto es necesario proponer sus especificaciones considerando los factores que afectan al proyecto, en particular todos los stakeholders, y todos los aspectos que pueden afectar la realización del proyecto como son los factores macroeconómicos, financieros, sociales, ambientales, legales y políticos. Por ejemplo, se ha visto el caso de edificaciones con la planeación completa que no se pueden llevar a cabo por inconformidad de los habitantes de la zona, provocando el paro indefinido del proyecto.

En la etapa de planeación también se necesita considerar los riesgos a los cuales se expone el proyecto. La administración de riesgos significa: reconocer los riesgos y su tipo (político, legal, comercial o ecológico), conocer la etapa en la que el proyecto es más vulnerable al riesgo, analizarlo definiendo si es cuantitativo o cualitativo y finalmente encontrar la mejor manera de manejarlo, ya sea evitándolo, transfiriéndolo, asegurándose o aceptándolo. La ventaja que encontramos en usar un enfoque integral para la edificación es que gracias a esta metodología los riesgos no se transfieren al encargado de la etapa, sino se comparten entre todos los involucrados en el equipo encargado del proyecto. Es decir que, si no existe un enfoque integral, la constructora debe de fondear los costos de los riesgos que pueden existir durante la construcción como son un sismo cuando la estructura no esté concluida y que represente una gran pérdida monetaria. Sin embargo, si la constructora es parte del equipo encargado del proyecto, estos riesgos son tomados en cuenta desde la etapa de planeación y, por lo tanto, se debe de tener ya definido una forma de manejarlo que distribuya los costos entre todos los involucrados y asegurando que todos los riesgos en cualquier etapa del proyecto sean administrados por igual. Por ejemplo, si se asegura el edificio durante su etapa de operación, estará también asegurado durante la construcción.

Durante la planeación del proyecto es importante definir la mayor cantidad de detalles y tomar la mayor cantidad de decisiones con el equipo encargado del proyecto. Si se consideran todos los puntos de vista y se realiza un enfoque integral para tomar las decisiones durante la planeación del edificio, estas decisiones van a representar la mejor opción disponible para solucionar las necesidades del proyecto. Durante esta etapa es donde se tienen que hacer la mayor cantidad de modificaciones para asegurar que el resultado sea el óptimo, debido a que las modificaciones son

mucho menos caras durante la planeación que si se requieren en otras etapas de la edificación. Por ejemplo, si es necesario modificar el espacio asignado a una oficina, los costos de la modificación son mucho menores durante la planeación debido a que solo es necesario modificar planos. Si estas modificaciones se realizan durante la construcción, dependiendo del avance se determina el costo de la modificación (entre mayor sea el avance más costosa la modificación). Finalmente si la modificación se necesita durante la etapa de operación, va a ser necesario modificar los muros, las instalaciones y todos los acabados y por lo tanto, representara un costo mucho mayor a las etapas anteriores.

El costo de una edificación puede ser planeado con un enfoque llamado de “costo inicial” donde las decisiones de diseño se alteran para cumplir con el presupuesto autorizado, sin tomar en cuenta los impactos tanto económicos de la operación y mantenimiento, ni los impactos ambientales y sociales. Este enfoque financiero es el menos adecuado para la edificación sustentable. Se puede argumentar, sin embargo, que el enfoque integral de edificación sustentable requiere un costo mayor durante el proceso de planeación (o soft cost), sin embargo, cuando se considera la vida útil del edificio, este enfoque representa un costo menor durante la construcción (o hard cost) y particularmente un costo menor en la operación y el mantenimiento del edificio debido al ahorro en los gastos de energía, agua y reciclaje de materiales.



Fuente: Integrated Project Delivery: A Guide, version 1, The American Institute of Architects (AIA), 2007.

Gráfica 2.1: Curva de costos comparativos de las modificaciones contra la etapa del proceso en donde se desarrollan.

El equipo encargado del proyecto debe tener como primer objetivo el pre diseño y diseño del edificio, asegurándose de que la mayor cantidad de decisiones y modificaciones se realicen durante el proceso de diseño ya que entre más avanzado el proceso más costoso son las modificaciones (ver Gráfica 2.1). A este tipo de diseño se le conoce como diseño en carretilla o “charrette” donde todos los participantes se suben a la misma carretilla y caminan todos hacia el mismo objetivo.

Utilizando este sistema de diseño aseguramos que todos los objetivos se cumplan como se planearon y en el caso de la edificación sustentable, este es un punto básico, ya que la mayoría de los factores que conllevan a la mejoría al medio ambiente, están incluidos en todas las etapas por las cuales atraviesa la edificación (ver Tabla 2.1). La edificación sustentable incluye desde la selección del sitio donde se planea construir, pasando por la orientación del edificio, así como su distribución y usos, todos los materiales, la etapa de construcción, y particularmente como se opera y se mantiene ya ocupado.

**Tabla 2.1: Cuadro comparativo del proceso de ejecución tradicional contra el proceso de ejecución integral en un proyecto de edificación.**

	Ejecución Tradicional del Proyecto	Ejecución Integral del Proyecto
<b>Equipos</b>	Jerárquico, trabajando independientemente excepto cuando se necesite	Colaborativo, integrado, reunido lo más temprano posible antes del diseño
<b>Proceso/Programa</b>	Lineal, trabajo en silos	Concurrente, con información compartida
<b>Riesgo</b>	Riesgo Individual	Compartido equitativamente
<b>Compensación</b>	Basada individualmente	Basada en el éxito del equipo
<b>Comunicación</b>	Basada en papel	Digital y virtual, uso de modelos por computadora
<b>Materiales/Estrategias</b>	Menos costos cumplir con las normas	Análisis por ciclo de vida, costos por ciclo de vida
<b>Fases del Proyecto</b>	Diseño – Ocupación	Énfasis en el diseño, revisión en cada fase de los objetivos de la edificación sustentable

Fuente: Integrated Project Delivery: A Guide, version 1, The American Institute of Architects (AIA), 2007.

## Análisis del Ciclo de Vida

Actualmente tanto la economía como los desarrollos ya sean de productos, proyectos o edificios siguen un concepto lineal. Por otro lado, se considera que la economía tiene que seguir un crecimiento constante e infinito, por lo tanto siempre se espera que un país crezca linealmente y constantemente, provocando que las crisis económicas, cuando no se cumple este paradigma, causen grandes complicaciones para la economía de un país. De igual manera, tradicionalmente se considera que la vida de los productos empieza con la extracción de la materia prima, seguida por

la producción, la distribución, para llegar al consumo del producto, donde después se desecha y se dispone siguiendo el siguiente esquema (ver Figura 2.3).



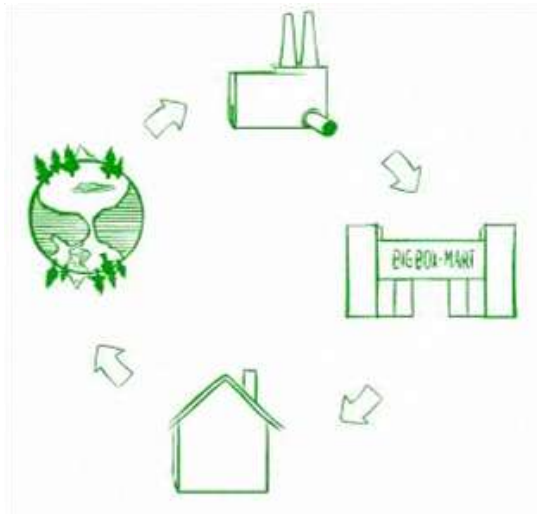
Fuente: The Story of Stuff Project, <http://www.storyofstuff.org/>, 2011.

**Figura 2.3:** Representación del desarrollo de productos según el concepto lineal actual.

Lo mismo sucede con los proyectos incluyendo las edificaciones, se considera que tienen una vida útil siguiendo un esquema lineal similar a los de la economía y los productos: se planea, se construye, se opera, se mantiene y acabada su vida útil se concluye el ciclo de vida del proyecto.

Sin embargo, para poder cumplir con estos sistemas lineales, la cadena empieza con la entrada de recursos naturales, humanos o financieros. Ninguno de estos recursos tiene un ciclo de vida lineal ni constante. Los recursos naturales necesitan ciclos para formarse, como la madera que proviene de los árboles, los cuales necesitan tiempo para crecer o la leche proveniente de las vacas que necesitan tiempo para reproducirse. De igual manera, las personas necesitan ciclos de sueño, tiempo para alimentarse y tiempo de recreación. En el caso de los recursos financieros, también se puede argumentar que no siempre se cuenta con la misma cantidad de dinero, por ejemplo habrá empresas que vendan más productos en días de quincena, o que su mercado mejore en navidad, sin embargo, los ingresos y los recursos no son lineales ni constantes.

Así mismo, consideramos que cuando la vida útil del producto se acaba, se desecha y se termina su ciclo. Sin embargo, es necesario hacer algo con los desechos, ya sea incinerarlos o depositarlos en un relleno sanitario para su descomposición. Cualquiera de los 2 siendo un emisor importante de gases de tipo invernadero.



Fuente: The Story of Stuff Project, <http://www.storyofstuff.org/>, 2011.

**Figura 2.4:** Representación del desarrollo de productos según un sistema cíclico.

Por lo tanto, si ni lo que entra, ni lo que sale de nuestro sistema es lineal y constante, entonces no se puede considerar que el proceso de vida de los productos y proyectos sea lineal y constante. Es necesario considerar su vida útil como lo que es: un ciclo (ver Figura 2.4).

En el caso de las edificaciones, el ciclo de vida debe analizar e integrar todos los procesos que atraviesa una estructura: selección del sitio, diseño, construcción, operación, mantenimiento, renovación y deconstrucción. Y es importante considerar que después de la deconstrucción, los desechos deben ser reutilizados o reciclados para su nueva utilización, cerrando así el ciclo del edificio. También, se debe planear la recuperación del sitio, ya sea creando otra edificación o rehabilitando el terreno para recuperar lo más posible su estado inicial. Particularmente en la planeación del edificio es importante considerar todo el ciclo de vida del edificio, no solamente tomar en cuenta la construcción y la operación, sino también como va a modificarse en el tiempo la utilización del edificio, cuándo se va a necesitar algún mantenimiento, alguna modificación o ampliación, siempre tomando en cuenta que sucederá en el edificio cuando este sea obsoleto. Este proceso ayudara a disminuir el impacto ambiental no solo durante los primeros años de la edificación sino durante toda su utilización, y particularmente, durante su desecho que es un tema poco analizado en el sistema de edificación tradicional. Por ejemplo, en un edificio corporativo hay que considerar la posible expansión de la empresa, y considerar que a 10 años se espera tener un mayor número de empleados y por lo tanto, aumentar el área de trabajo disponible. Si la edificación tiene un tiempo de vida de 30 años, pasando esos 30 años se contemplará la demolición del edificio y la reutilización de los materiales demolidos y del terreno para construir una nueva edificación que considere las nuevas necesidades de la empresa y mejore las tecnologías para disminuir el impacto ambiental.

Sin embargo, no es suficiente considerar sólo el ciclo de vida del edificio, como se explicó anteriormente. También se debe considerar el ciclo de vida de todos los productos en particular los materiales. Parte importante de los esfuerzos para llegar al desarrollo sustentable radica en conocer todos los procesos por los cuales atraviesa un producto para reducir su impacto. Un caso muy controversial es el del bambú, éste material ya ampliamente popularizado como un material “renovable” para ser utilizado en proyectos sustentables por su rápido crecimiento (llega a su crecimiento óptimo en 6 años). Sin embargo, al tomar en cuenta que el bambú se cultiva en Asia Oriental y que su traslado debe realizarse por medio de barcos, trenes y camiones contaminantes a lugares como México, representa un impacto ambiental mucho más grande que la madera local y con un cultivo controlado. Es decir, para realizar un proyecto realmente sustentable hay que considerar todos los ciclos de vida de los materiales, y esto no incluye sólo conocer de donde vienen los materiales, sino como son procesados, el tipo de químicos con los que se manufacturan, la calidad de vida de las personas que son parte del ciclo, la basura generada por los empaques, la emisión de gases tóxicos durante su vida útil, la capacidad de reutilización o reciclaje y finalmente el impacto que representa todo esto en nuestro medio ambiente.

Por otro lado, no basta con realizar una planeación correcta y un análisis del ciclo de vida muy extenso con cada material ni un equipo multidisciplinario que se mantenga en constante contacto con todos los procesos, también es necesario realizar una constante evaluación y reconocimiento

de fallas y de oportunidades para la mejora continua de la edificación. Constantemente estamos siendo testigos de nuevos avances tecnológicos que permiten la disminución del impacto o el mejor uso de nuestros recursos y deben ser revisados y considerados constantemente durante toda la vida útil del edificio. Por ejemplo, permanentemente se están reduciendo los watts necesarios para la iluminación, así que se debe considerar, cuando se requiera un cambio de luminarias, cuáles son las nuevas luminarias en el mercado que producirán una mejoría en el gasto energético de nuestro edificio. En cuanto al equipo de trabajo siempre debe estar abierto a nuevas ideas y mejoras continuas buscando constantemente un desarrollo sustentable más favorable al medio ambiente, a las personas y a la economía.

En síntesis, para lograr una edificación sustentable es indispensable tener durante todo el proceso un enfoque integral basado en un equipo multidisciplinario y constante, apoyado por una planeación muy eficiente y efectiva que considere todos los factores para realizar la edificación de la manera más inteligente y benéfica para todos los involucrados, el medio ambiente y la economía, asegurándonos que se considere el edificio como un proyecto cíclico incluyendo todos los materiales que lo componen, creando una mejora significativa comparado con el sistema tradicional de construcción.

Pero únicamente modificar el sistema tradicional de edificación no es suficiente, hay que modificar la percepción y conocimiento de las personas creando políticas públicas y empresariales, campañas de concientización y capacitación. No sirve de nada colocar botes de separación de basura si los ocupantes no saben separar la basura, o si el personal de intendencia lo junta, o si no se asegura que los materiales reciclables se reciclen. Para lograr que todos esos procesos se lleven a cabo se debe de tomar siempre en cuenta todos los factores, considerar y concientizar a todos los actores, fomentar las políticas de apoyo para edificaciones sustentables, los modelos económicos que promuevan la inversión y muchas otras características del sistema que favorezcan la edificación sustentable. La edificación sustentable proyecta grandes beneficios, pero se topa con una enorme cantidad de retos y oportunidades que serán analizadas a continuación.

## **Beneficios, Oportunidades y Retos de la Edificación Verde**

Debido a la necesidad de promover la construcción de edificaciones sustentables se tiene muy bien analizados y documentados los beneficios tanto ecológicos y sociales, pero sobretodo los económicos.

### **Beneficios de la Edificación Sustentable**

#### **Beneficios Ecológicos**

Se calcula que un edificio sustentable tiene beneficios en términos de ahorro de energía usada en calentar, enfriar e iluminar, así como la operación de los mismos edificios y los aparatos que la componen. El Consejo de Edificación Verde de los Estados Unidos (USGBC, por sus siglas en inglés) calcula ahorros del rango del 24% al 50%, en comparación con las edificaciones tradicionales.



En cuanto a la reducción de emisiones de gases tipo invernadero, la edificación sustentable promueve el uso de energías alternativas que disminuyan el uso de combustibles fósiles. De igual forma, promueven el uso de métodos alternos de transporte a aquellos que usan combustible fósil, así como buscan la reducción del tiempo de transporte, tanto en materiales como en personal. Estas iniciativas pueden generar entre un 33% a un 35% de reducción de gases de tipo invernadero comparado con las edificaciones convencionales <sup>[7]</sup>.

Por otro lado, en la edificación sustentable se utilizan varias técnicas para reducir el consumo de agua de hasta un 40%, así como permitir la captación de agua pluvial, la limpieza in situ de aguas residuales y la reutilización e infiltración del agua limpia al subsuelo <sup>[7]</sup>. La mejora en el manejo del agua representa una reducción de costos considerable y es un tema particularmente importante en la Ciudad de México debido a los problemas de escasez y mal uso en esta zona.

La reducción de desechos mediante un mejor diseño de productos, reciclaje y reutilización de materiales, tiene como resultado, enormes reducciones en el uso de materias primas, en los impactos ambientales asociados y en el costo para el sector privado y los gobiernos locales de eliminación de estos materiales. Según el USGBC, la edificación sustentable puede ayudar a reducir hasta un 70% los residuos sólidos de una edificación si la comparamos con su edificación equivalente en el ámbito tradicional. Estos residuos no sólo representan los generados durante la operación del edificio, sino también durante la construcción, ya que es un tema muy importante en la Ciudad de México debido a la falta de espacio donde depositar dichos residuos y la gran cantidad que se genera al día (entre 3500 y 5000 toneladas al día)<sup>[3]</sup>.

### **Beneficios Sociales**

En términos sociales, la edificación sustentable representa un componente fundamental para mejorar las comunidades. Cada vez, la gente busca vivir en lugares con fuerte sentido comunitario, con viviendas agradables y cómodas, calles en las que se pueda caminar, abundantes espacios verdes y cercanía a los medios de transporte, tiendas y trabajo. Todos estos conceptos son favorecidos por la edificación sustentable logrando una mejora en la calidad de vida de sus ocupantes.

Con respecto a las empresas, a pesar de que el tema de la energía representa el mayor interés respecto al análisis de beneficios de la edificación sustentable, los costos de operación representan un monto marginal comparado con los salarios de los empleados. En la edificación sustentable, se promueven beneficios en la salud humana derivados de la iluminación natural, mayor ventilación con aire natural, la reducción de humedad, así como el uso de alfombras, pegamentos, pinturas y otros recubrimientos y accesorios de bajas emisiones. Esto beneficia promueven la disminución del ausentismo, el mejoramiento de la moral de los trabajadores y la posibilidad de una mejor calidad en el reclutamiento del personal, generando una mejor productividad de los empleados y reducción de gastos en el área de salud debido a la disminución de enfermedades en los trabajadores. Ejemplos claros son: la mejoría en los resultados de las escuelas que corresponden alrededor del 20% comparados con los resultados en escuelas tradicionales; la disminución en promedio de 2 días y medio en el tiempo de permanencia de los



pacientes en hospitales; y del 2 al 16% de aumento en la productividad en oficinas, según el USGBC<sup>[7]</sup>.

### **Beneficios Económicos**

Todos los beneficios ecológicos y sociales se ven reflejados en beneficios económicos, es decir, que el ahorro en energía y agua representa un ahorro financiero para el dueño. De igual manera, la reducción de residuos sólidos significa un ahorro para el dueño que debe tirar menos basura, pero principalmente, para el encargado de disponerla, en el caso de México, los Municipios. A su vez, los beneficios sociales reflejan un ahorro en gastos de salud de los ocupantes y al aumentar la productividad, se mejora el ingreso económico de las empresas.

Otra ventaja económica, se presenta al comparar las inversiones, ya que si bien la inversión inicial tiende a ser más grande que en un caso tradicional de edificación, el tiempo de retorno de la inversión es mucho menor debido a los ahorros en la operación y mantenimiento. Considerando toda la vida útil del edificio, el costo inicial representa entre el 20 y el 30% del costo total del edificio en toda su vida útil <sup>[7]</sup>.

Un edificio sustentable, también produce un beneficio económico al mejorar la imagen, ya sea de la empresa, generando más ganancias o del lugar, promoviendo su venta o renta a mayor costo que el de un edificio tradicional. En promedio, el USGBC, especifica que el valor del edificio incrementa el 10.9% <sup>[7]</sup>.

En general, la edificación sustentable tiene grandes beneficios a nivel económico que pueden variar, según como sean utilizadas las herramientas disponibles, el lugar donde se encuentre y las facilidades a la mano del edificio.

## **Oportunidades y Retos de la Edificación Sustentable**

### **Oportunidades**

Al reconocer los beneficios económicos que puede aportar la edificación sustentable, se presentan fuerzas económicas que promueven su aplicación. Según estudios realizados por el Consejo de Edificación Sustentable de los Estados Unidos, en su país, se calcularon 12 000 millones de dólares invertidos en el 2008 en la edificación sustentable <sup>[7]</sup>. Además, comparado con unos años, los costos adicionales que se necesitan para construir un edificio verde han bajado considerablemente. Y por lo tanto, se han vuelto mucho más competitivos en el mercado. Considerando el ciclo de vida del edificio, los ahorros se vuelven más significativos. Este sistema, ha atraído nuevos inversionistas, tanto públicos como privados, buscando no sólo el ahorro en el financiamiento sino también al mejorar su imagen, como es el caso de los Bancos, como HSBC, que buscan ganar más clientes, con base en una imagen más amigable con el medio ambiente. De igual forma existe, un gran crecimiento en el interés e impulso que se le da a la educación ambiental tanto a nivel escolar como en las campañas de divulgación, con lo que cada vez más, se cuenta con interesados en el tema y personas que buscan trabajar o vivir en edificios sustentables, llamando así la atención de inversionistas inmobiliarios y gobiernos.

Con respecto a los programas gubernamentales de México, los existentes son muy limitados y les falta, tanto impulso y divulgación, como promover más incentivos que motiven la edificación sustentable. La CONAVI (Comisión Nacional para la Vivienda) emitió un código de construcción que propone el uso de tecnologías de conservación del agua y la energía (por ejemplo, el aislamiento térmico y el alumbrado eficiente), así como el uso de energía solar para el agua caliente y la generación eléctrica *in situ* <sup>[4]</sup>. También, busca documentar prácticas sustentables y trabaja en la definición de criterios e instrumentos regulatorios, a fin de que las edificaciones residenciales reciban subsidios oficiales. Sin embargo, debido a que los códigos son determinados a nivel municipal, este es sólo un Protocolo, propuesto para uso de los Municipios, siendo exclusivamente un ejemplo y su utilización depende de la decisión de cada uno de los 2438 municipios del país.

Por otro lado, el Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) ha creado un programa de “hipotecas verdes” (Crédito Infonavit para Vivienda Ecológica) <sup>[8]</sup>, que aumentará los montos de los créditos disponibles para adquisición y otorgará periodos de financiamiento más extensos para las viviendas que integren elementos con ventaja ambiental, es decir que implementen ecotecnologías que son exclusivamente aquellas que ahorren energía y agua. Estos incentivos, también se ven utilizados por el instituto de Vivienda del Distrito Federal, donde el uso de ecotecnologías, entre las cuales se exigen calentadores solares en azoteas, ahorradores de agua y de energía eléctrica, captación y utilización de lluvia, pozos de absorción, ecoconcreto en los estacionamientos, ventanas más grandes para el aprovechamiento de luz natural y hasta plantas de tratamiento de aguas residuales, es un requisito para el uso de los créditos que otorgan.

En el caso particular de la Ciudad de México, el Gobierno Estatal ofrece incentivos fiscales como la reducción de un porcentaje (entre 20 y 40%) del impuesto predial durante un año, para aquellos edificios que cumplan con un sistema de certificación llamado Programa de Certificación de Edificios Sustentables (PCES) <sup>[9]</sup>, basado en el sistema LEED. El PCES es menos estricto que el sistema LEED y sus modificaciones son, en particular, adaptaciones a las condiciones específicas de la Ciudad de México, por ejemplo, el LEED promueve la reducción de espacios disponibles de estacionamiento, mientras que el PCES, promueve que se creen suficientes espacios para evitar la contaminación por la búsqueda de lugares disponibles donde estacionarse. El PCES es un programa regulado por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, y se trata de un programa muy reciente, que sólo cuenta con un edificio acreditado, y que por lo mismo, conlleva muchas dificultades el obtener la certificación, programando certificar únicamente 10 edificios para el 2012.

### **Retos**

La edificación sustentable representa un mercado con grandes beneficios y oportunidades, pero encuentra muchos retos los cuales son necesarios tomar en cuenta para conocer la situación real a la cual se enfrentan las edificaciones sustentables.

Tanto los fondos privados como los públicos que asignan los costos de construcción independientemente de los costos de operación. Cuando un inversionista sólo considera el costo

inicial y no toma en cuenta toda la vida útil del edificio, no se ven reflejados los beneficios de la edificación sustentable. Los inversionistas se inclinan a tomar las decisiones respecto a lo más conveniente para el presupuesto, que no es, generalmente, lo más conveniente a mediano o a largo plazo en materia ambiental.

Otro reto con el que se enfrenta la edificación sustentable, radica en que el inversionista no es quien aprovecha los beneficios de la edificación sustentable. Esto se ve, frecuentemente, en el caso de la construcción de casas-habitacionales, donde una constructora es la encargada de construir y no de ocupar la casa-habitación. Por lo tanto, no están interesados en reducir los costos de operación, a menos que incremente el valor del edificio y, por lo tanto, se pueda vender más caro que una casa-habitación tradicional.

Por otro lado, encontramos el problema de la percepción que tiene el mercado respecto al sobrecosto de la edificación sustentable. Según la encuesta publicada en agosto del 2007, por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, los actores principales de la industria inmobiliaria tienen la concepción de que el sobrecosto de un edificio sustentable comparado con un edificio tradicional es en promedio del 17%. Sin embargo, los autores del estudio calcularon el sobrecosto en tan solo 5%, lo cual representa menos de un tercio de lo que se estima <sup>[10]</sup>. Así mismo, representa para los inversionistas, y en particular los constructores, aumentar el trabajo ya que se necesita modificar la lista de contratistas, proveedores, asesores y de materiales.

Igualmente, en cuanto a las percepciones, contamos con el inconveniente de la falta de certidumbre en varias áreas como la confiabilidad en las tecnologías, los costos de desarrollos inmobiliarios sustentables, los beneficios económicos y el desempeño de los edificios con el paso del tiempo. Estas incertidumbres generan la percepción de riesgos en la comunidad inmobiliaria, lo cual frena el progreso de la edificación sustentable. Esta incertidumbre está aunada a la falta de trabajadores con experiencia, la falta de capacitación y la falta de inversión en la investigación del tema. Esto también genera un riesgo en la posibilidad del aumento de proveedores que busquen una ganancia extra ofreciendo servicio de edificación sustentable sin la experiencia y capacitación necesaria.

En cuanto a la normatividad, existen poca coherencia y coordinación entre las normativas y las prácticas sustentables, ya sea, por el atraso que representan o por la falta de adaptación a diferentes métodos, por ejemplo, los códigos de construcción pueden dificultar el uso de materiales innovadores que no están considerados en dicha normatividad.

Como se había visto, los factores que convierten a una edificación sustentable varían según el lugar donde se construye el edificio, debido a sus condiciones, sus leyes y las facilidades ofrecidas por el gobierno. En particular en México, las edificaciones son un tema poco investigado, donde no se tienen datos específicos sobre su consumo de energía o de agua, lo cual dificulta las iniciativas políticas y el establecimiento de parámetros. Esto, aunado a la falta de desarrollo de reglamentos y normas y de información, constituye un obstáculo para el crecimiento del número de edificaciones sustentables en el país. En el caso particular de la energía en México, controlada por la CFE (Comisión Federal de Electricidad), se clasifica el consumo de electricidad de inmuebles comerciales (oficinas, hospitales, escuelas, centros comerciales, hoteles y grandes tiendas) en la

categoría de “industria”, sin hacer una mayor diferenciación, y así, de manera generalizada, se reporta en los balances nacionales de energía, quitándole importancia y dificultando las iniciativas, para cada sector, y disminuir de manera diferencial el consumo. Además, en la mayoría de las comunidades, la generación de energía se realiza fuera de la misma, lo cual dificulta proyectar la importancia que conlleva, así como los impactos ambientales que produce la generación de ésta. Finalmente, en México, encontramos una deficiencia en la planeación de edificaciones, y principalmente del uso de suelo, los cuales no determinan alturas de edificación o las densidades permitidas, demeritando un factor importante en la edificación sustentable. Sin embargo, en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, si se consideran los aspectos anteriores.

Para ayudar a superar estos retos, se han desarrollado iniciativas a través de sistemas de certificación a los edificios con objeto de especificar los requisitos necesarios para construir una edificación sustentable.

### Sistemas de Certificación de Edificación Sustentable.

Desde los principios de los 90s, cuando se produjo un auge del interés con relación al bienestar ecológico, este interés se vio reflejado en la escena inmobiliaria a través de un desarrollo de sistemas de clasificación de la edificación sustentable, que establece objetivos y puntos específicos con el propósito de evaluar el diseño y desempeño de una edificación sustentable. En estas clasificaciones se asignan puntos a cumplir en áreas como el consumo de energía, el consumo de agua, la contaminación, particularmente la producida por gases con efecto de tipo invernadero, insumo y desecho de materiales y productos, calidad del aire en interiores, transporte y ecología del sitio, entre otras consideraciones. Las diferencias principales entre cada sistema radican en el proceso estándar de elaboración, la filosofía sobre determinados temas y el rigor, más que en las áreas en las que se califican.<sup>[11]</sup>

A continuación, enlistamos los sistemas de certificación más reconocidos en el mercado de la edificación:



- El programa Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (Leadership in Environmental and Energetic Design o LEED, por sus siglas en inglés), elaborado y manejado por el Consejo de Edificación Verde de los Estados Unidos (USGBC, por sus siglas en Inglés), constituye el sistema de calificación de la edificación sustentable más utilizado en los Estados Unidos. En él, los inmuebles reciben calificaciones de platino, oro, plata o verde en función de los elementos o atributos de edificación sustentable con que cuentan. LEED es un sistema que evoluciona rápidamente; modificando sus versiones en rangos de tres años. Este programa ha tenido varias versiones para adaptarlo a los mercados de otros países, como son Canadá e India, entre los principales.<sup>[12]</sup>



- Green Globes, conformado por importantes grupos industriales de Canadá y Estados Unidos como alternativa a LEED, destaca por su facilidad de uso, bajo costo y programa de capacitación del usuario en Internet.<sup>[13]</sup>



- En Inglaterra, se desarrollo el sistema llamado BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), se reconoce como la competencia directa contra el Sistema LEED. Aunque representa más del 60% de similitud, la mayor diferencia se basa en que el BREEAM requiere un asesor que verifica los criterios, cuando en el LEED, cualquier persona somete las pruebas al criterio de un Consejo. El BREEAM, a su vez, se basa en normativas europeas e inglesas, lo que lo vuelve más estricto y por lo tanto, no tiene tanta libertad de diseño, pero es más adaptable a otros países. <sup>[14]</sup>



- En el caso de Japón, el Gobierno impulsó un sistema llamado CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) que a diferencia del Sistema LEED y el BREEAM, no se basa en un sistema de puntaje, sino propone un programa de calificación más complejo que evita la búsqueda de más puntos al menor costo, pero promueve diseñar el edificio con mayor beneficio ambiental. Sin embargo este sistema representa en términos generales, mayor rigor y mayor costo. <sup>[15]</sup>



- Por último, el sistema Green Star, manejado por el Green Building Council de Australia, es una adaptación del Sistema LEED y del Sistema BREEAM, para las necesidades específicas del país, en particular las múltiples regiones climáticas. Sin embargo, esta certificación solo está disponible para proyectos de oficinas y no existe una versión para proyectos habitacionales. <sup>[16]</sup>

En general, los sistemas tienen como componente más característico el lugar donde fueron desarrollados y su uso varía según el lugar donde se apliquen, así como la facilidad de utilizarlos en lugares donde no se tiene este tipo de avances. La mayoría tienen un sistema de puntos donde se puede perder el enfoque de beneficio del medio ambiente y da pie a una búsqueda por obtener la mayor cantidad de puntos por el menor costo. Sin embargo, todas las alternativas representan un avance respecto a la edificación tradicional aportando un beneficio claro para el medio ambiente, y cada uno se encuentra en crecimiento esperando, eventualmente, dejar un impacto mayor en el ámbito normativo. El más conocido en el mundo y que tiene mayor influencia en México es el Sistema de Certificación LEED y por lo tanto, será el que se utilice en nuestro proyecto de aplicación.

## Sistema LEED (Leadership in Energy and Environmental Design- Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental).

### Sistema del Consejo de Edificación Sustentable

#### Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (WorldGBC)

Desde 1998, representantes nacionales de los consejos de edificación sustentable se han reunido para examinar las actividades globales y ofrecer apoyo a los esfuerzos mutuos. Esto llevó a la reunión de fundación del Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (WorldGBC, por sus siglas en inglés, World Green Building Council) en noviembre de 1999, en California, Estados Unidos, con ocho países participantes: Australia, Canadá, Japón, España, Rusia, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido y los Estados Unidos <sup>[17]</sup>.

Posteriormente, en el año 2002 se definió su función principal como un esfuerzo para formalizar las comunicaciones internacionales, ayudar a los líderes de la industria a acceder a los mercados emergentes y dar una voz internacional a iniciativas de construcción ecológica.

A principios del 2007, los líderes nacionales del Consejo señalaron la necesidad urgente de establecer una Secretaría para el WorldGBC que directamente podría responder al creciente interés de la industria y las comunidades por los edificios verdes, desde una perspectiva internacional, estableciendo formalmente la Secretaria en Toronto, Canadá.

El WorldGBC es una coalición de Consejos Nacionales de Edificaciones Sustentables, convirtiéndola en la organización internacional con mayor influencia en el mercado de los edificios verdes (ver Figura 3.1).



Figura 3.1: Logo del WorldGBC.

Su misión se define como *“facilitar la transformación global de la industria de la construcción hacia la sustentabilidad a través de mecanismos impulsados por el mercado”* <sup>[17]</sup>.

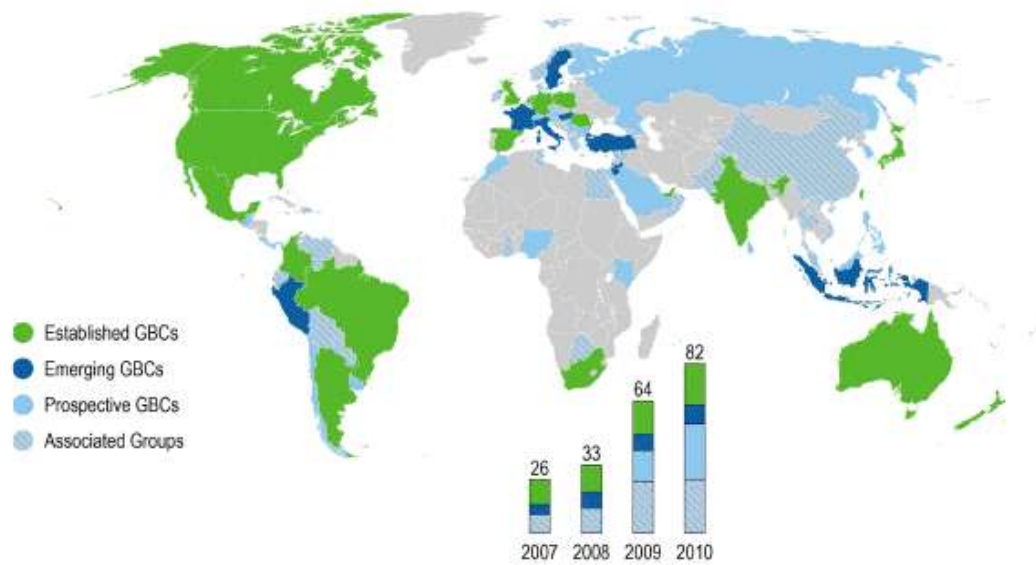
Su objetivo es fomentar y apoyar a los Consejos de Edificación Sustentable nuevos y emergentes poniendo a su disposición las herramientas y estrategias para establecer organizaciones fuertes y posiciones de liderazgo en sus países (ver Figura 3.2). Una vez establecidos estos Consejos, el WorldGBC busca trabajar en estrecha colaboración con éstos, para promover los intereses en común, mediante la divulgación de acciones locales de la edificación sustentable, para hacer frente a problemas globales como el cambio climático. Al promover la colaboración entre los organismos internacionales y aumentar el perfil del mercado de la construcción sustentable, trabajan para garantizar que los edificios sustentables sean parte de una estrategia integral para lograr reducciones de emisiones de carbono.

Los proyectos llevados a cabo para promover el programa de construcción sustentable son:



- La Semana Mundial de la Construcción Sustentable (World Green Building Week),
- El Sistema de Medición Común de Proyectos de Carbono y
- La colaboración con los organismos internacionales como la Iniciativa para Edificios Sostenibles y Clima del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA-SBCI), la Alianza de Edificios Sustentables (SBA, por sus siglas en inglés) y la Unión Internacional de Arquitectos (UIA, por sus siglas en inglés).

## WORLDGBC MEMBERSHIP 2010



ESTABLISHED GBCs	EMERGING GBCs	PROSPECTIVE GBCs	ASSOCIATED GROUPS
<b>Argentina (2009)</b> <b>Australia (2002)</b> <b>Brazil (2007)</b> <b>Canada (2002)</b> <b>Colombia (2009)</b> <b>Dutch (2010)</b> <b>Emirates (2006)</b> <b>Germany (2007)</b> <b>India (2001)</b> <b>Japan (2001)</b> <b>Mexico (2005)</b> <b>New Zealand (2006)</b> <b>Poland (2010)</b> <b>Romania (2009)</b> <b>Singapore (2010)</b> <b>South Africa (2008)</b> <b>Spain (2010)</b> <b>Taiwan (2004)</b> <b>United Kingdom (2007)</b> <b>USA (1993)</b>	<b>France</b> <b>Hungary</b> <b>Indonesia</b> <b>Israel</b> <b>Italy</b> <b>Jordan</b> <b>Peru</b> <b>Sweden</b> <b>Turkey</b>	<b>Austria</b> <b>Bulgaria</b> <b>Chile</b> <b>Costa Rica</b> <b>Croatia</b> <b>Dominican Rep</b> <b>Finland</b> <b>Greece</b> <b>Guatemala</b> <b>Hong Kong</b> <b>Kenya</b> <b>Malaysia</b> <b>Mauritius</b> <b>Morocco</b> <b>Nigeria</b> <b>Pales tne</b> <b>Panama</b> <b>Philippines</b> <b>Qatar</b> <b>Russia</b> <b>Saudi Arabia</b> <b>Serbia</b> <b>Slovenia</b> <b>South Korea</b> <b>Sri Lanka</b> <b>Switzerland</b> <b>Uruguay</b>	<b>Albania</b> <b>Bahamas</b> <b>Belgium</b> <b>Bolivia</b> <b>Botswana</b> <b>Cayman Islands</b> <b>China</b> <b>Czech Republic</b> <b>Denmark</b> <b>Ecuador</b> <b>Egypt</b> <b>El Salvador</b> <b>Georgia</b> <b>Ghana</b> <b>Ireland</b> <b>Kuwait</b> <b>Montenegro</b> <b>Norway</b> <b>Oman</b> <b>Pakistan</b> <b>Paraguay</b> <b>Syria</b> <b>Thailand</b> <b>Tunisia</b> <b>Venezuela</b> <b>Vietnam</b>

Fuente: World Green Building Council, <http://www.worldgbc.org/site2/index.php?cid=83>, 2011.

Figura 3.2: Mapa de la influencia del WorldGBC a nivel mundial.

## Consejo de la Edificación Sustentable de los Estados Unidos (USGBC)

El USGBC o Consejo de Edificación Sustentable de los Estados Unidos fue co-fundado por Mike Italiano, Gottfried David y Rick Fedrizzi en 1993 <sup>[12]</sup>. Se trata de una organización comercial sin fines de lucro que promueve la sustentabilidad con el objetivo de enfrentar el problema del gasto energético en las edificaciones. Su visión es buscar *“transformar la manera en la que edificios y comunidades se diseñan, construyen y operan, lo que permite crear un ambiente ecológico, socialmente responsable, saludable y próspero, para mejorar la calidad de vida”*. Su misión se traduce como *“Edificios y comunidades que se regeneran y mantienen la salud y todo tipo de vida dentro de una generación”* <sup>[18]</sup>. Los principios por los cuales se guía son los siete siguientes:

1. Promover soluciones que representen un balance entre la prosperidad ambiental, social y económica.
2. Tomar responsabilidad como líderes.
3. Reconciliar las actividades humanas con los sistemas naturales.
4. Mantener la integridad y calidad asegurándose que se fundamenta en información técnica y científica.
5. Asegurar una toma de decisiones democrática, interdisciplinaria e inclusiva.
6. Demostrar honestidad, sinceridad y transparencia.
7. Impulsar el respeto hacia todas las comunidades y culturas, aspirando a una equidad social.

Este Consejo está formado por partes interesadas del sector de la construcción, incluyendo a los propietarios, contratistas, arquitectos, ingenieros, fabricantes de productos y los grupos ecologistas. USGBC es mejor conocido por el desarrollo del sistema de certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED), los sistemas de clasificación de edificios ecológicos y Greenbuild International Conference and Expo, que es una conferencia y exposición de la Edificación Sustentable que promueve la industria de la construcción ecológica, incluyendo el uso de materiales ambientalmente amigables, las técnicas de la arquitectura sostenible y las políticas públicas (ver Figura 3.3).



Figura 3.3: Logo del Greenbuild International Conference and Expo, Chicago 2010

Debido a su nombre, USGBC se confunde a veces con una entidad u organismo público, pero no lo es, es una empresa privada 501 (c) (3), basada en membrecías sin fines de lucro, con sus oficinas ubicadas en el centro de la Ciudad de Washington. A finales de marzo del 2011, USGBC ya contaba con más de 15 000 organizaciones miembros de todos los sectores de la industria de la construcción. Su sistema de certificación LEED, para mayo del 2011, contaba con más de 30 000 proyectos registrados, de los cuales, más de 8 500 proyectos ya se encuentran certificados, entre ellos, 11 se localizan en México <sup>[18]</sup>.

USGBC trabaja para promover edificios que sean ambientalmente responsables, rentables y lugares saludables para vivir y trabajar. Para lograrlo, ha desarrollado una variedad de programas y



servicios, y trabaja en estrecha colaboración con la industria clave y organizaciones de investigación y agencias gubernamentales federales, estatales y locales. También ofrece una variedad de oportunidades educativas, incluyendo talleres y seminarios ofrecidos por medio de Internet para educar al público y a los profesionales de la industria en los diferentes elementos de la construcción ecológica, desde lo más básico hasta la información más técnica. Con el objetivo de facilitar la distribución de la información, se crearon 79 capítulos regionales del USGBC, exclusivamente dentro de los Estados Unidos (ver Figura 3.4), que buscan proveer recursos para la construcción sustentable, acceso a la educación y la posibilidad de crear redes de trabajo dentro de las comunidades.



Figura 3.4: Repartición de los capítulos regionales en los Estados Unidos

A través de su asociación con el Instituto de Certificación de la Edificación Sustentable, USGBC ofrece a los profesionales de la industria, la oportunidad de adquirir experiencia en el campo de la construcción sustentable y recibir la acreditación como LEED Asociado Verde (LEED Green Associate), ya sea general (LEED AP) o con alguna especialidad.

### Instituto de Certificación de la Edificación Sustentable (GBCI)

El Instituto de Certificación de Edificación Sustentable (GBCI, por sus siglas en inglés, Green Building Certification Institute) es una organización de terceros que proporciona una supervisión independiente del USGBC, para realizar los procesos de acreditación para profesionales y administrar el programa de certificación LEED, realizando la revisión y la verificación técnica de los proyectos registrados, para determinar si han cumplido con los créditos establecidos por el sistema de certificación LEED <sup>[19]</sup>.

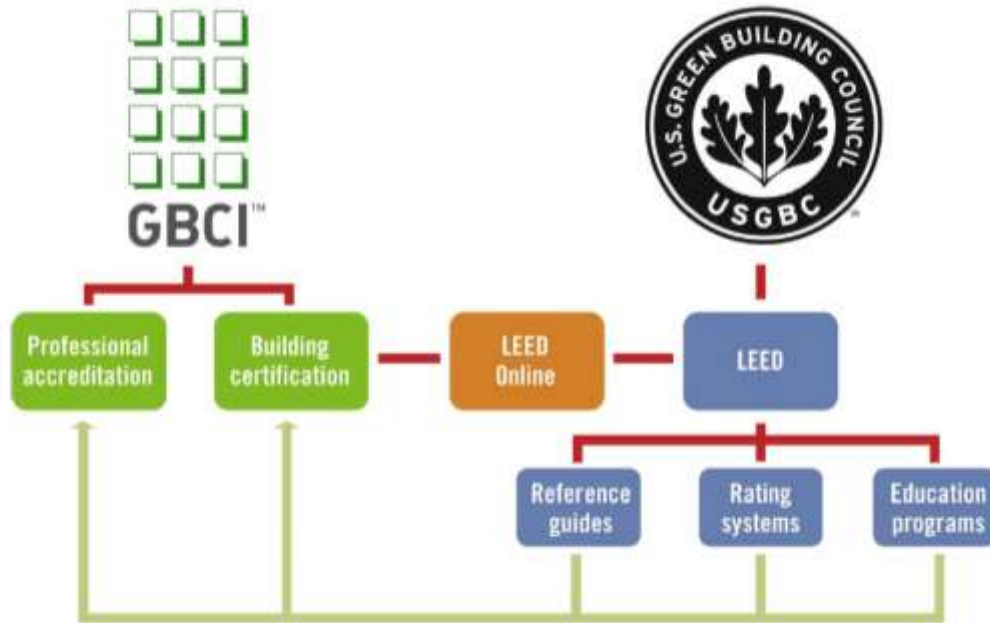


Figura 3.5: Organigrama explicativo de la relación del USGBC con el GBCI.

Mientras que el USGBC se encarga de la elaboración del sistema de certificación LEED y ofrece programas de educación basados en LEED, el Programa de Acreditación de Profesionales en LEED, es administrado de manera independiente por el GBCI, para permitir una gestión equilibrada y objetiva de las acreditaciones. El GBCI maneja todos los aspectos del programa de acreditación de profesionales LEED, incluyendo el desarrollo del examen, el registro de profesionales y la entrega de certificados (ver Figura 3.5). Esta separación en dos entidades lleva al Programa de Acreditación a cumplir las normas de excelencia en programación, planteadas por ANSI (American National Standard Institute / ISO (International Organization for Standardization) / IEC (International Electrotechnical Commission).

Los exámenes de acreditación LEED son administrados por Prometric para GBCI. La acreditación de profesionales LEED reconoce que los profesionales de la construcción cuentan con los conocimientos y habilidades para lograr con éxito la dirección del proceso de certificación LEED. Entre 2001 y 2009, la principal credencial LEED fue el Profesional Acreditado LEED (LEED AP). Los LEED AP son profesionistas que han demostrado un profundo conocimiento de las prácticas y los principios de construcción sustentable así como del sistema de certificación LEED. Más de 110 000 personas se acreditaron como LEED AP entre 2001 y 2009. Pero en mayo de 2009, el GBCI comenzó a ofrecer un nuevo sistema de acreditación para profesionales que incluyen tres niveles de credenciales profesionales:



El primer nivel, se llama Asociado Verde LEED (LEED Green Associate). Este examen consta de 100 preguntas y se califica en una escala de 125 a 200, con un puntaje de 170 requerido para aprobar y dura 2 horas. Los candidatos deben comprobar experiencia, ya sea al estar involucrados en un proyecto registrado para una certificación LEED, al estar o haber trabajado en una empresa dedicada a la sustentabilidad o estar

cursando o haber completado un programa educativo que maneja los principios de sustentabilidad. El costo de esta certificación es de 250 dólares excepto para miembros o estudiantes donde reciben un descuento de 50 dólares. Para mantener la acreditación, es necesario tomar, un mínimo de 15 horas, en cursos de actualización, al menos cada 2 años.

El segundo nivel, es llamado LEED AP con Especialidad, que no sólo está diseñado para medir los conocimientos y habilidades en la comprensión del sistema de calificación LEED, sino también la capacidad para facilitar el proceso de certificación de los proyectos. Hay cinco versiones del examen de especialización LEED AP que corresponden a distintas versiones del sistema de certificación LEED (ver Figura 3.6). Los exámenes de LEED AP con Especialidad constan de 200 preguntas y dura 4 horas. Todos los exámenes de LEED están presentados en un formato de opción múltiple con puntuación computarizada instante después de su finalización. Los candidatos deben tener experiencia en la forma de participación documentada en un proyecto registrado o ya certificado por LEED. EL costo del examen es de 550 dólares en total, mientras que los miembros pagan solo 400 dólares y para mantener la acreditación se deben cumplir 30 horas de cursos de actualización cada 2 años.



Figura 3.6: Opciones de LEED AP con Especialidad.



El tercer nivel, es llamado LEED Fellow y fue creado para honrar y reconocer a LEED AP que se distinguen por haber hecho una contribución significativa al campo de la edificación sustentable. Para obtener esta acreditación es necesario ser nominado por sus compañeros, tener más de 10 años de experiencia en el área de la edificación sustentable y deben tener 4 avales que verifiquen los logros del nominado. Los nominados serán entonces evaluados en cuanto a su competencia técnica, su disposición para ofrecer educación y tutoría, a su capacidad de liderazgo, su compromiso y su trayectoria como defensor de la sustentabilidad.

GBCI se compromete a garantizar la precisión en el diseño, desarrollo e implementación de procesos de medición de desempeño de los edificios sustentables (a través de la certificación de los proyectos) y las prácticas de edificación sustentable (a través de las credenciales profesionales y los certificados) y continúa desarrollando nuevos programas y ofreciendo al mercado la validación de que las certificaciones de edificación y de las denominaciones profesionales han cumplido con criterios específicos y rigurosos.

### Consejo Mexicano de la Edificación Sustentable (CMES)

El Consejo Mexicano de la Edificación Sustentable (CMES) (ver Imagen 3.7) se define como “*una Asociación Civil, sin fines de lucro, integrada por empresas y organismos líderes que desean promover un entorno construido más sustentable*” <sup>[20]</sup>.

Entre sus actividades principales se encuentran:

- La divulgación de la información, es decir, buscan ser una fuente fundamental de experiencias en edificaciones verdes y sustentabilidad para el entorno construido. Se encargan de enviar un boletín bimestral especializado que mantenga a los miembros atentos a los más nuevos desarrollos.
- El desarrollo e implementación de una herramienta de edificación sustentable reconocida nacional e internacionalmente.
- Ofrecer posibilidades de desarrollo profesional a través de la organización de seminarios, talleres y eventos sobre temas relacionados con la edificación sustentable.
- Promover la formación de alianzas estratégicas con instituciones y organismos públicos y privados del ramo, para integrar los preceptos de sustentabilidad en sus políticas, programas e iniciativas.



Figura 3.7: Logo del CMES

Su misión es *“Promover el desarrollo sustentable a través de la planeación y la edificación de un ambiente construido superior”*; su visión consiste en *“ser la organización que liderea y representa a la industria nacional de la edificación y construcción en relación con asuntos ambientales y de responsabilidad social”* <sup>[20]</sup>.

Entre sus objetivos, se enlistan los siguientes:

- Llevar a cabo investigaciones y actividades de difusión del conocimiento, con enfoque principal en el desarrollo y la puesta en marcha de un sistema nacional para la calificación ambiental de edificios.
- Estimular mejores prácticas, estándares avanzados y nuevas tecnologías para la arquitectura y la construcción.
- Promover el diseño, la construcción y la operación de edificaciones y desarrollos inmobiliarios ambientalmente regenerativos, socialmente responsables y económicamente redituables.
- Participar en iniciativas de transformación de mercado que favorezcan un ambiente construido sustentable.
- Colaborar con organizaciones con metas afines.

Este consejo se creó en el año 2002, sin embargo, no se constituyó hasta el año 2005 y no fue hasta el 2009 que se convirtió en un Consejo de Edificación Sustentable al afiliarse con el WorlGBC. A pesar de esto, el consejo tiene poco impacto en la industria de la construcción del país, cuenta con menos de 50 miembros y los avances respecto a sus actividades y a los objetivos anunciados son poco significativos.

## Sistema de certificación LEED

### Antecedentes del Sistema de Certificación LEED

Después de la formación del Consejo de Edificación Sustentable de los Estados Unidos (USGBC, por sus siglas en inglés) en 1993, los miembros de la organización, pronto se dieron cuenta de la

necesidad de formar un sistema que definiera y midiera el término de “edificación sustentable”. A tan sólo un año de su formación, los miembros del USGBC crearon un comité formado por diversos interesados, como son arquitectos, agentes de bienes raíces, dueños de edificios, abogados, especialistas en temas ecológicos y representantes de la industria, para enfocarse a trabajar en este tema, dando como resultado el Sistema de Certificación de Edificación Sustentable LEED (ver Figura 3.8). La primera versión del LEED llamada Programa Piloto del Proyecto LEED o LEED Versión 1.0, fue dado a conocer en la cumbre de miembros de agosto de 1998 <sup>[12]</sup>.



## Leadership in Energy & Environmental Design

Figura 3.8: Logo del Sistema de Certificación LEED

El campo de la edificación sustentable está creciendo y cambiando de manera permanente, nuevas tecnologías y productos son introducidos al mercado, al igual que diseños innovadores y prácticas nuevas, están constantemente probando su efectividad y eficacia. Como ellos, el sistema LEED busca evolucionar generando nuevas versiones. Después de muchas modificaciones, el Sistema de Certificación para Edificación Sustentable LEED Versión 2.0 fue publicado en marzo del 2000. A éste, le siguió la publicación de las versiones 2.1 y 2.2, en los años 2002 y 2005, respectivamente. Finalmente, en el 2009, salió al público la versión 3.0 que es la que actualmente está en uso y con la cual se trabaja en esta tesis.

El mismo USGBC define al LEED como *“un sistema que ofrece a los propietarios y operadores de edificios, un marco para la identificación e implementación de prácticas mensurables de construcción verde en diseño, construcción, operaciones y soluciones de mantenimiento”* <sup>[21]</sup>. El sistema de certificación de Edificación Sustentable LEED es un sistema voluntario, que se desarrolla mediante un proceso basado en el consenso de diversos grupos de voluntarios, que representan un corte transversal de la industria de la construcción, que forman el comité que desarrolla y lleva a cabo el proceso de certificación (ver Figura 3.9).

Los elementos claves del proceso incluyen un comité con estructura equilibrada y transparente, grupos de consulta técnica que garanticen la coherencia y el rigor científico, la oportunidad de comentar y resolver dudas con los interesados y los encargados de la revisión, y un sistema abierto y justo para apelar.

## LEED Is Consensus-Based

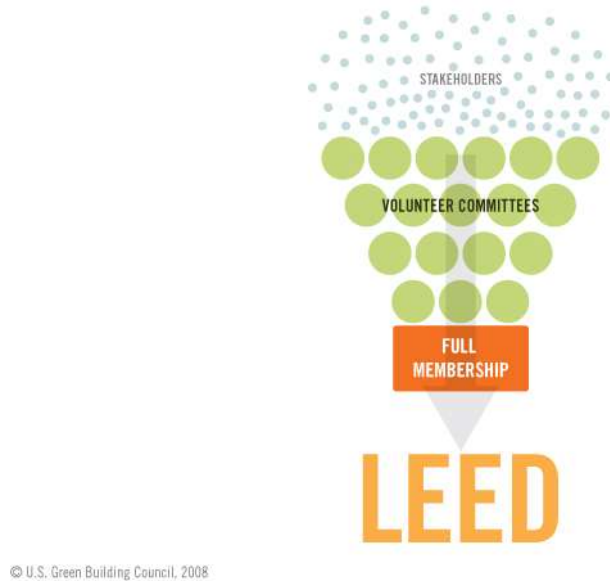


Figura 3.9: Proceso de decisión del LEED basado en el consenso.

El sistema de certificación LEED es un sistema exclusivo para edificios, pero busca ser suficientemente flexible para aplicarse a todos los tipos de edificios, tanto comerciales como residenciales o institucionales. Funciona durante todo el ciclo de vida de la construcción, desde el diseño y construcción, hasta la operación y el mantenimiento. Se basa en los principios ambientales y de energía buscando mantener un equilibrio entre las prácticas conocidas y los conceptos que apenas están emergiendo. El propósito es tener un sistema que te permita identificar los campos en los cuales presenta mayores beneficios y así poder estandarizar la forma en la cual se analiza el beneficio de una edificación sustentable. Para el USGBC, este tipo de certificación busca ser un medio para informar al usuario de los beneficios energéticos y ambientales que ofrece el edificio, imitando el concepto de información nutricional de los alimentos (ver Figura 3.10).

Este sistema maneja el cumplimiento de ciertos créditos, los cuales aportan puntos y según el puntaje obtenido y las áreas donde se obtiene, se otorga una certificación que confirme los beneficios logrados.





Figura 3.10: Comparativa de una etiqueta de información nutricionales contra una “etiqueta” de información LEED.

### Créditos y Niveles de Certificación

Para poder medir el beneficio ambiental que conlleva el edificio, el sistema LEED diseño una lista de créditos. Para cada proyecto, se determina, crédito por crédito, si cumple o no, y cuántos de los puntos disponibles en cada crédito se le otorgan al proyecto. Todos los créditos tienen un mínimo de 1 punto y no pueden ser otorgados en fracciones o en valores negativos. El sistema se califica sobre 100 puntos, pero se pueden otorgar hasta 10 puntos más (o puntos “bonus”) por Innovación de Diseño y Prioridad Regional. Para obtener la certificación, se deben otorgar al proyecto más de 40 puntos y dependiendo del número de puntos ganados, se obtiene un nivel diferente de certificación (ver Tabla 3.1).

Tabla 3.1: Tipos de Certificación LEED disponibles.

Tipo de Certificación	Certificado	Plata	Oro	Platino
Puntos obtenidos	De 40 a 49 puntos	De 50 a 59 puntos	De 60 a 79 puntos	Más de 80 puntos
Reconocimiento				



Para la versión del 2009 del sistema LEED, la distribución de los puntos se basa en el potencial para beneficiar el impacto ambiental y humano en cada crédito, considerando todas las etapas que atraviesa el edificio. La distribución de los puntos entre los créditos, se le llama peso del crédito y se realiza en base a las categorías de impacto ambiental de la Herramienta para la Reducción y la Evaluación de Productos Químicos y Otros Impactos Ambientales (TRACI, por sus siglas en inglés) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Esta herramienta sirve para evaluar el impacto por medio del análisis de ciclos de vida, ecología industrial, procesos de diseño y prevención de contaminación. También toma en consideración, los pesos de los impactos desarrollados por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (o NIST, por sus siglas en inglés), que, en el caso de este estudio, busca comparar las categorías de los impactos entre ellas para darle un peso relativo a cada una. Combinando estas dos herramientas, se obtiene un enfoque sólido y confiable para determinar cuántos puntos se le asignan a cada crédito, basándose en criterios determinados por el USGBC, como son, el uso de un edificio base construido de forma tradicional, o las implicaciones del impacto en el mercado. Sin embargo, el USGBC espera que el proceso para evaluar el peso de los créditos vaya evolucionando junto con el desarrollo de conocimientos científicos, las modificaciones en el mercado y los diferentes impactos que cambian según los tipos de edificaciones.

Previamente a la búsqueda de créditos que puede obtener un proyecto, se debe de tomar en cuenta que los proyectos deben cumplir con el Programa de Requerimientos Mínimos o (MPRs, por sus siglas en inglés). Este programa busca cumplir con tres objetivos básicos: dar una orientación clara para los clientes del sistema, proteger la integridad del sistema LEED y reducir las posibles complicaciones que pueden ocurrir durante el proceso de certificación, a través de las siete características básicas que debe tener un proyecto para ser elegible para una certificación LEED señaladas a continuación:

1. Debe cumplir con las leyes ambientales
2. Debe ser un edificio o espacio completo y permanente
3. Debe utilizar un límite del sitio razonable
4. Debe cumplir con un mínimo de área en planta baja requerido
5. Debe cumplir con un rango mínimo de ocupación
6. Debe comprometerse a compartir los datos del uso de energía y agua de todo el edificio
7. Debe cumplir con un área mínima de construcción en proporción al área del sitio.

Además de poseer estas características, el sistema también exige que se cumplan con prerequisites, que son exigencias muy similares a los créditos, es decir, con la misma estructura y mismo propósito, pero que no se otorgan puntos ya que no son optativas. Esto es para asegurar cierta calidad base en la certificación y sin el cumplimiento de estos prerequisites, no se puede certificar el proyecto.

El sistema LEED tiene como objetivo que sea aplicable en todo tipo de edificios y para lograrlo, se vio en la necesidad de elaborar más de un tipo de certificación, en donde se tomen en cuenta las características específicas de diversos tipos de proyectos.

## Versiónes del Sistema de Certificación LEED

Para poder ofrecer la posibilidad de certificarse a la mayor cantidad de proyectos posibles, se crearon varias versiones del LEED dependiendo del tipo de edificación (ver Figura 3.11). Es importante conocer todos los tipos de opciones que existen para asegurarse que se tenga la certificación adecuada para las necesidades del edificio y que le aporte el mayor beneficio.



Figura 3.11: Versiones disponibles del Sistema LEED en función de su ciclo de vida.

### LEED for New Constructions – LEED para Construcciones Nuevas

LEED para Construcciones Nuevas fue diseñado principalmente para los nuevos edificios de oficinas comerciales, sin embargo, puede ser aplicado a otros tipos de edificios, como por ejemplo: edificios institucionales, bibliotecas, museos e iglesias, hoteles y edificios de viviendas de cuatro o más pisos habitables. Todos los edificios comerciales, según la definición de los códigos de construcción estándar, son elegibles para la certificación LEED para Construcciones Nuevas.

LEED para Construcciones Nuevas dirige los diseño y las actividades de construcción, tanto para edificios que empiezan desde cero, como para remodelaciones grandes de edificios existentes. Una remodelación grande se refiere a renovaciones del sistema de aire acondicionado, modificaciones significativas sobre la envolvente y la rehabilitación de la mayoría de los espacios interiores. Sin embargo, si las remodelaciones de un edificio existente se enfocan más en las actividades de operación y mantenimiento que en el diseño y la construcción, se recomienda considerar el LEED para Edificios Existentes.

Algunos proyectos son diseñados y construidos para ser parcialmente ocupados por el dueño o desarrollador del proyecto y parcialmente ocupado por otros inquilinos. Para que este tipo de proyectos puedan buscar la certificación en Construcciones Nuevas, es necesario que el dueño ocupe más del 50% del espacio disponible en el edificio, sino deberá de considera el uso del LEED para Núcleo y Envolverte.

### **LEED for Schools – LEED para Escuelas**

LEED para Escuelas se especializa en el diseño y la construcción tanto, para escuelas nuevas como, escuelas existentes que lleven a cabo remodelaciones grandes y debe ser utilizado para edificios académicos de educación básica, media y media superior. Aquellos proyectos de educación superior, en particular los que pertenecen a campus tienen la opción de ser calificados para 2 o más versiones, por ejemplo, los edificios administrativos en los campus, pueden ser certificados en LEED para Construcciones Nuevas y los edificios académicos del campus en LEED para Escuelas.

LEED para Escuelas reconoce la naturaleza única del diseño y la construcción de escuelas de educación primaria, secundaria y preparatoria. Al abordar la singularidad de los espacios escolares y los problemas de salud para niños, LEED para Escuelas proporciona una herramienta única e integral para las escuelas que desean construir sustentablemente, con resultados medibles. El sistema de clasificación se ocupa de cuestiones como la acústica en el aula, la luz natural y las vistas desde el interior, la prevención del moho y la evaluación ambiental.

### **LEED for Core and Shell – LEED para Núcleo y Envolverte**

El sistema de calificación de LEED para Núcleo y Envolverte reconoce el limitado nivel de influencia que un desarrollador puede ejercer en un edificio de desarrollo especulativo. LEED para Núcleo y Envolverte fue desarrollado para servir al desarrollo de los mercados especulativos, en la que los equipos del proyecto no controlan todos los ámbitos del diseño de un edificio y la construcción.

LEED para Núcleo y Envolverte se puede utilizar para proyectos en los que el desarrollador controla el diseño y construcción de todo el núcleo y la construcción de base de la envolverte, tales como las instalaciones mecánicas, eléctricas, hidráulicas, sanitarias y los sistemas de protección contra incendios, pero no tiene control sobre el diseño y construcción del espacio dispuesto para los inquilinos. Los ejemplos de este tipo de proyectos pueden ser edificios de oficinas comerciales, edificios de consultorios médicos, centro comercial, almacenes o laboratorios.

### **LEED for Retail – LEED para Comercios**

LEED para Comercio contiene dos versiones, la primera es aquella diseñada principalmente para la nueva construcción o remodelaciones grande de edificios comerciales según la definición de edificios de uso comercial de los reglamento, llamada LEED para Comercios: Nuevas Construcciones. LEED para Comercios: Interiores Comerciales fue diseñado para trabajar mano a mano con el LEED para Núcleo y Envolverte y esta versión es elegible para comercios que alquilan un espacio en un edificio, o para dueños de comercios que no ocupan más del 50% del edificio.

## **LEED for Healthcare – LEED para Centros de Salud**

El Sistema de Clasificación LEED para la Salud reconoce la naturaleza única de los centros de salud, manteniendo un formato similar al LEED para Nueva Construcciones. Los edificios de atención médica, a menudo, tienen estrictos requerimientos regulatorios, operaciones constantes y las demandas específicas de programación que dificultan obtener el LEED para Construcciones Nuevas. El Sistema de Certificación LEED para Centros de Salud reconoce estas diferencias y, por lo tanto, se modificaron créditos y aumentaron otros, como por ejemplo, los de calidad del aire interior que se modificaron para alinear la necesidad de control de la infección, para proteger a los pacientes de los contaminantes y las regulaciones de la estricta normatividad de la ventilación con las estrategias de construcción sustentable.

Este sistema de certificación es adecuada para los edificios que sirven a las personas que buscan tratamiento médico, incluyendo centros de hospitalización, centros de atención ambulatoria e instalaciones de cuidado a largo plazo, ya sean privados o públicos. Éstos son considerados los edificios “designados” para utilizar LEED para Centros de Salud. Los edificios con otros tipos de usos médicos relacionados, tales como consultorios médicos , consultorios dentales, veterinarias, clínicas, centros de asistencia, centros de educación médica y centros de investigación, son ejemplos de edificios "no designados" para utilizar el LEED para Centros de Salud, sin embargo, el uso del mismo se deja a criterio del equipo encargado del proyecto.

## **LEED for Existing Buildings: Operation and Maintenance – LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento**

LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento ha sido diseñado para certificar la sustentabilidad de las operaciones en curso en edificios comerciales e institucionales existentes. Todos los edificios, que cumplan los reglamentos y normas de construcción estándar, son elegibles para obtener la certificación LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento, incluyendo oficinas, establecimientos comerciales y de servicios, edificios institucionales, como bibliotecas, escuelas, museos e iglesias, hoteles y edificios residenciales de cuatro o más pisos habitables.

LEED para Edificios Existentes: Operación y Mantenimiento ofrece a los propietarios y operadores de edificios existentes, un punto de entrada en el proceso de certificación LEED y es aplicable a lo siguiente:

- Las operaciones de construcción, los procesos, las actualizaciones de los sistemas, pequeños cambios en el uso del espacio, y pequeñas alteraciones en las instalaciones o la adición de nuevos espacios.
- Edificios buscando su primera certificación en el sistema LEED, así como edificios previamente certificadas por LEED para Construcciones Nuevas, LEED para Escuelas, o LEED para Núcleo y Envolvente.

**LEED for Commercial Interiors – LEED para Interiores de Comercios**

LEED para Interiores de Comercios aborda las características específicas de los espacios de personas que son inquilinos principalmente en oficinas, edificios comerciales e institucionales.

LEED para Interiores Comerciales fue diseñado para trabajar mano a mano con el LEED para Core y Shell sistema de certificación. LEED para Core y Shell es usada por desarrolladores para certificar el núcleo y la cáscara de un proyecto, que se prepara la construcción de los inquilinos con conciencia ambiental, los arrendatarios individuales pueden solicitar la certificación LEED para Interiores Comerciales para sus espacios si el resto del edificio es la certificación LEED o no.

**LEED for Neighborhood Development – LEED para Desarrollo de Comunidades**

El Sistema de Certificación LEED para Desarrollos de Comunidades hace hincapié en la selección del sitio, los elementos de diseño y construcción que unen los edificios e infraestructuras, con las comunidades y a su vez, relaciona las comunidades con su paisaje y su contexto local y regional. Busca reconocer los proyectos de desarrollo que logran proteger y mejorar el estado general de salud, el medio ambiente y la calidad de vida dentro de las comunidades. Promueve la ubicación y el diseño de las colonias de tal manera que reduzcan la distancia en los recorridos en vehículo de y la creación de desarrollos donde los puestos de trabajo y los servicios son accesibles en transporte público o a pie. También promueve la práctica de construcción e infraestructura sustentable buscando la creación de la mayor cantidad de edificios sustentables posibles.

LEED para Desarrollos de Comunidades está diseñado principalmente para la planificación y desarrollo de nuevas comunidades sustentables, ya sea en sitios ya desarrollados o nuevos desarrollos próximos a sitios con diversos usos o adyacente y conectados a sitios previamente desarrollados. Está diseñado para certificar proyectos de desarrollo ejemplares que se desempeñan bien en términos de crecimiento inteligente, urbanismo y edificación sustentable. Los proyectos pueden constituir colonias enteras, partes de colonias o múltiples colonias.

**LEED for Homes – LEED para Casa Habitación**

LEED para Casa Habitación es un sistema voluntario de certificación que promueve el diseño y construcción de casas ecológicas de alto rendimiento, incluyendo la vivienda de interés social, casas de producción en serie, casas de diseños personalizados, casas unifamiliares, ya sean independientes, dúplex o adosadas, departamentos suburbanos y urbanos y condominios y “lofts” en edificios históricos. También se puede aplicar a viviendas multifamiliares y se dirige tanto a precio de mercado como a la vivienda de interés social.

LEED para Casa Habitación maneja un sistema diferente del sistema LEED para Construcciones Nuevas, en su lugar, mide el rendimiento de un hogar basado en ocho categorías:

1. selección del sitio,
2. uso eficiente del agua,
3. materiales y recursos,
4. energía y atmósfera,
5. la calidad del ambiente en interiores,

6. la ubicación y los servicios,
7. la concientización y la educación y
8. la innovación.

Cada casa con certificación LEED, se somete a inspecciones in situ y a pruebas de rendimiento a fondo, para asegurar su correcto funcionamiento.

Cada proyecto registrado en LEED para Casa Habitación es inspeccionado por un Evaluador Verde (Green Rater) de LEED para Casa Habitación, bajo la dirección de un Proveedor (Provider) de LEED para Casa Habitación. Los Proveedores y los Evaluadores Verdes son organizaciones locales y personas con experiencia demostrada en la edificación sustentable.

Un Proveedor de LEED para Casa Habitación tiene tres funciones principales en un mercado determinado:

1. Promocionar LEED entre los constructores;
2. Proporcionar servicios de apoyo en la certificación de casas sustentables para los constructores;
3. Coordinar un equipo de Evaluadores Verdes de LEED para Casa Habitación.

Los Proveedores de LEED para Casa Habitación, son seleccionados por USGBC a través de un proceso periódico de Solicitud para ser Calificados o RFQ (Request for Qualification), para apoyar a los constructores a través del programa de certificación LEED. Son equipos que han demostrado una capacidad destacada y tienen un historial comprobado de apoyo a los constructores en las edificaciones de alto rendimiento y viviendas sustentables. Actualmente, sólo existen Proveedores en los Estados Unidos. En México, la certificación LEED para Casa Habitación aún no es una opción disponible.

La idea de conocer mejor los tipos de LEED disponibles sirve para saber cuál es la mejor opción para el proyecto, e inclusive para decidir si el proyecto es apto para más de una certificación (ver Figura 3.12). Por ejemplo, un edificio nuevo puede certificarse en el LEED para Nuevas Construcciones y posteriormente certificarse en LEED para Edificios Existentes. Otra forma de obtener múltiples certificaciones es certificarse con LEED para Núcleo y Envoltorio, además de LEED para Interiores de Comercios y finalmente, obtener el LEED para Edificios Existentes.



Figura 3.12: Ejemplos de múltiples certificaciones LEED para un edificio.

La búsqueda de múltiples certificaciones es un método de mantener el edificio en óptimas condiciones, asegurándose que durante toda su vida útil mantenga el mejor nivel de sustentabilidad existente en el mercado, buscando siempre la mejora continua.

### Proceso de Certificación

Una vez elegida la versión de LEED más conveniente para el edificio, se debe realizar el proceso determinado por el USGBC para obtener la certificación (ver Figura 3.13).



Figura 3.13: Esquema del proceso de certificación del Sistema LEED.

Este proceso es manejado por el Instituto de Certificación de Edificaciones Sustentables (GBCI, por sus siglas en inglés) y se inicia cuando uno registra su proyecto al sistema. Este paso, debe de realizarse lo más temprano posible, para asegurar que sea tomado en cuenta durante todas las fases del proyecto, principalmente, las de planeación y diseño del edificio. No es hasta que se ha registrado el proyecto, que el GBCI proporciona todas las herramientas para el proceso de certificación, en particular el acceso al LEED Online.

La herramienta LEED Online es el principal recurso para la gestión del proceso de documentación LEED. A través de LEED en línea, se pueden manejar los detalles del proyecto, los requisitos de documentación para completar los créditos y los requisitos previos, cargar los archivos de soporte, presentar una solicitud de revisión y recibir retroalimentación por parte de los evaluadores y en última instancia, obtener la certificación LEED. LEED en línea proporciona un espacio común, donde los miembros de un equipo del proyecto pueden trabajar juntos para documentar el cumplimiento del sistema de certificación LEED. Esta herramienta tiene como ventaja, que se maneja completamente por internet, lo cual busca que se utilice la menor cantidad de papel posible, así como la posibilidad de certificar un edificio en cualquier parte del mundo.

Una vez registrado el proyecto, es necesario presentar una narrativa del proyecto en general, acompañado de la documentación básica del proyecto. En la narrativa, se describe la organización que aplica la certificación, el edificio, el sitio y el equipo encargado del proyecto. La documentación que se adjunta, debe incluir los detalles respecto a las condiciones del sitio, el espectro de construcción y su programa de obras, la información respecto a los ocupantes y el uso del edificio así como las identificaciones de los miembros del equipo encargado. El objetivo es que el equipo que revisará el proyecto por parte del GBCI, pueda entender mejor los elementos del proyecto y la eficiencia deseada del edificio, así como a las personas involucradas, con tal de facilitar el proceso de certificación.



Cada crédito y prerrequisito tiene un conjunto único de requisitos de documentación, que debe ser completado como parte del proceso de solicitud. Ya elegidos los créditos que se van a llevar a cabo, es necesario recolectar la información, así como realizar los cálculos necesarios para documentar el proceso del proyecto, ya que ésta es la única herramienta que tiene el GBCI para comprobar el cumplimiento de los créditos.

Debido a la magnitud del proceso, se tiene la opción de dividir el proceso en dos etapas: diseño y construcción (ver Figura 3.14). Una vez recolectada toda la documentación de una de las etapas, ésta puede ser sometida para revisión. Sin embargo, ningún crédito ni certificación puede ser acreditada hasta no concluir con todo el proceso. Ésta es una herramienta útil para conocer las posibilidades de obtener la certificación y que puntaje es factible alcanzar desde el término del diseño. Al finalizar la etapa de construcción, se somete toda la información a revisión, siendo todavía posible modificar la información de la etapa de diseño, proporcionando un esquema alternativo del proceso de certificación.



**Figura 3.14:** Esquema del proceso de certificación del Sistema LEED separando la revisión del diseño y la construcción.

Después de entregar toda la documentación, se inicia oficialmente el proceso de revisión por parte del GBCI. Este proceso determina si cada uno de los créditos es “concedido” o “denegado” y el total de puntos obtenidos, así como el tipo de certificación otorgada. Sin embargo, si existe alguna inconformidad con las revisiones, es posible apelar a la decisión tomada en cada crédito, ya sea después de la revisión completa del proyecto, o después de cada una de las etapas de diseño o construcción. Durante la etapa de apelación, es posible entregar la documentación para un nuevo crédito, pero este crédito sólo contará con una revisión posible, ya que una vez dado el veredicto de la apelación, el resultado es irrefutable.

Finalmente, cuando se acepto la revisión de los créditos, se entrega un formato de reconocimiento por la certificación así como una placa conmemorativa (ver Imagen 3.1) y la opción de enlistarse entre los edificios certificados.

En las últimas versiones, un punto es otorgado por asesorarse con un asociado acreditado por el GBCI. Sin embargo, esto no es requisito para obtener la certificación, por lo tanto, cualquier persona interesada en obtener la certificación puede someter su documentación y solicitarla sin asesoría directa, lo cual facilita que se pueda realizar en países afuera de los Estados Unidos donde no se cuenta con asesores acreditados.



**Imagen 3.1:** Placa Conmemorativa de un edificio certificado LEED Platinum.

Es importante remarcar que cada uno de los pasos de este proceso conlleva una cuota en dólares determinada por el consejo, que puede variar según el área del edificio. Para poder llevar a cabo las revisiones, es necesario demostrar el pago de las cuotas, así como para solicitar la apelación, en donde la cuota es por crédito apelado y no depende de los puntos buscados en el crédito (ver Tabla 3.2).

**Tabla 3.2: Tabla de cuotas para obtener la certificación LEED para Construcciones Nuevas, Interiores de Comercios, Escuelas y Núcleo y Envolverte.**

Registration fees:

- USGBC Members: **\$900**
- Non-Members: **\$1200**

	Less than 50,000 Square Feet*	50,000- 500,000 Square Feet*	More Than 500,000 Square Feet*	Appeals (if applicable)
<b>LEED 2009; New Construction, Commercial Interiors, Schools, Core &amp; Shell full certification</b>	Fixed Rate	Based on Square Footage*	Fixed Rate	Per credit
<b>Design Review</b>				
USGBC Members	\$2,000	\$0.04/sf	\$20,000	\$500
Non-Members	\$2,250	\$0.045/sf	\$22,500	\$500
Expedited Fee**	\$5,000 regardless of square footage			\$500
<b>Construction Review</b>				
USGBC Members	\$500	\$0.010/sf	\$5,000	\$500
Non-Members	\$750	\$0.015/sf	\$7,500	\$500
Expedited Fee**	\$5,000 regardless of square footage			\$500
<b>Combined Design &amp; Construction Review</b>				
USGBC Members	\$2,250	\$0.045/sf	\$22,500	\$500
Non-Members	\$2,750	\$0.055/sf	\$27,500	\$500
Expedited Fee**	\$10,000 regardless of square footage			\$500
<b>CIRs (for all Rating Systems)</b>				\$220

*Please note that all fees are subject to change. No refunds are available.*

Fuente: GBCI, the Green Building Certificate Institute, <http://www.gbci.org/Homepage.aspx>, 2011.

Debido a que la ciencia y la tecnología en el área de la edificación siguen mejorando y evolucionando, así el sistema LEED evoluciona constantemente, generando nuevas versiones, actualizaciones y addenda. Sin embargo, para simplificar su uso, se decidió que se utilizará, aquella versión del sistema LEED, que está vigente en el momento de registrar el proyecto.

### Categorías dentro de la Certificación

Como se había comentado, los créditos se dividen en categorías que representan las áreas donde se enfocan los esfuerzos para construir un edificio sustentable <sup>[22]</sup> (ver Figura 3.15).

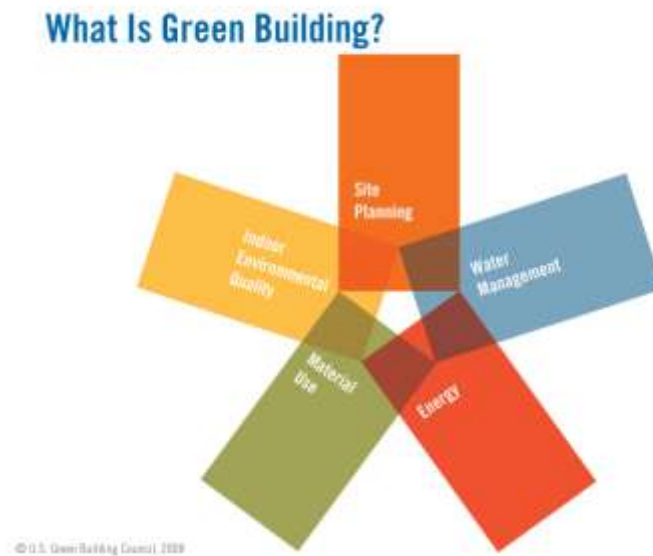


Figura 3.15: Categorías del Sistema de Certificación LEED.

#### Sitio Sustentable

La selección y el desarrollo del sitio de un edificio son componentes fundamentales para edificar sustentablemente. Los daños ambientales causados por la construcción pueden tomar años de trabajo para ser remediados. Por ende, la categoría de Sitio Sustentable se dirige a los problemas ambientales que conciernen al paisaje, urbanización, fachada, espacios exteriores y busca promover las siguientes medidas:

- La selección y desarrollo adecuado del sitio
  - Debido al efecto negativo que puede tener la construcción de un edificio en un sitio, como el consumo de tierras, la reducción de áreas de cultivo, la disminución de tierra para infiltración del agua, o el daño a las especies de la zona, se promueve construir los edificios en zonas ya desarrolladas o en zonas dañadas. También se recomienda realizar la correcta planeación del sitio para disminuir el impacto considerando la adaptación o las expansiones durante todo el ciclo de vida, así como el uso conjunto de instalaciones para integrar a la comunidad, conservar materiales y optimizar la infraestructura.
- La reducción de emisiones asociadas al transporte

Como se sabe, las emisiones por vehículos motorizados contribuyen al cambio climático, a la contaminación ambiental, a la lluvia ácida, y otros problemas de calidad del aire. Por otro lado, las superficies pavimentadas reducen el área de infiltración del agua y contribuyen al Efecto de Isla de Calor (Véase más adelante). Para evitar eso, se incita a localizar el proyecto cerca de áreas residenciales, proveer a los ocupantes de estacionamientos para bicicletas, vestidores, estacionamientos preferenciales y acceso a sistemas de transporte público, así como estaciones de carga de energías alternativas, con el objetivo de promover el uso de formas alternativas de transporte. Al estimular el uso de transporte público se reduce la energía necesaria para transportar y permite reducir el espacio necesario de estacionamientos, al dedicar dicho espacio a una mayor cantidad de áreas verdes.

- **El paisajismo con plantas sustentables**

En el paisajismo, las prácticas sustentables buscan minimizar el uso de irrigación, fertilizantes y pesticidas, al mismo tiempo que previenen al suelo de la erosión y la sedimentación. Para lograr esto, se promociona el uso de plantas nativas de la región, las cuales requieren menor mantenimiento e irrigación, y menor o nula aplicación de fertilizantes químicos y pesticidas, comparadas con la mayoría de las especies extranjeras. El paisajismo sustentable también ayuda a reducir costos de mantenimiento durante el ciclo de vida del edificio.
- **La protección del hábitat en el entorno**

La urbanización puede representar una amenaza para toda la biodiversidad de un sitio, así como para las especies de plantas y animales individualmente. Por lo tanto, se debe preservar y restaurar la vegetación nativa y adaptable al ecosistema, así como las características ecológicas que proporcionen un hábitat para la vida silvestre del sitio.
- **Manejo de las descargas de agua pluvial**

Las áreas urbanizadas y pavimentadas reducen el área de infiltración de agua, reduciendo su cantidad en los cuerpos de agua cercanos y generando más aguas negras en los sistemas de drenaje. A su vez, el agua proveniente de estacionamientos, suele ser contaminada con aceites, gasolinas, lubricantes, subproductos de la combustión, materiales del desgaste de llantas y sales usadas para el deshielo en zonas donde cae nieve. Por lo tanto, se promueve el uso de estrategias para controlar, reducir y tratar el agua pluvial antes de que ésta salga del sitio del proyecto.
- **Reducir el Efecto Isla de Calor**

La mayoría de las áreas expuestas al sol, como son estacionamientos, techos y caminos, tienden a ser de colores oscuros, lo cuales contribuyen al Efecto Isla de Calor. Éste efecto se produce cuando las superficies oscuras absorben la radiación solar e irradia ese calor a las áreas cercanas, aumentando la temperatura ambiental, tanto fuera como dentro del edificio, provocando un aumento en la cantidad de energía necesaria para enfriarlo. Por lo tanto, se promueve instalar superficies reflexivas y vegetación, lo cual puede reducir significativamente el uso de energía para enfriar el edificio.
- **Eliminar la contaminación lumínica**

La mala iluminación en exteriores puede producir contaminación lumínica que interfiere con el ecosistema nocturno, reduce la observación del cielo nocturno y puede producir encandilamiento a los transeúntes. Reducir la contaminación lumínica sirve para alentar el desarrollo de fauna nocturna en los alrededores del edificio y disminuye el trastorno en los patrones de las aves migratorias. También, puede ayudar a reducir costos de infraestructura y de energía durante el ciclo de vida del edificio.

Esta categoría de Sitio Sustentable promueve estrategias responsables e innovadoras en el desarrollo de sitios, que son sensibles con la flora, fauna y calidad del aire y del agua, al mismo tiempo, que mitigan los efectos negativos que tienen los edificios en su ambiente local y regional. También, se le dará preferencia a los edificios que realcen las zonas existentes, las redes de transporte y la infraestructura urbana existente.

### **Eficiencia en Agua**

El uso del agua es un tema relevante para determinar el impacto ambiental de una edificación, no sólo debido a la enorme cantidad de agua necesaria para el consumo, sino a la contaminación del agua en su uso y a la falta de tratamiento de aguas negras. Por lo tanto, el sistema LEED decidió abordar esta problemática en la categoría de Eficiencia en Agua, donde promueve el uso de estrategias y tecnologías que reduzcan el consumo de agua potable en las edificaciones. Y aunque algunas de las estrategias pueden ser logradas con poco o nulo dinero y obtener resultados de forma casi inmediata, existen otras herramientas como el tratamiento biológico de aguas residuales y el sistema de bombeo de aguas grises, que requieren una inversión mayor y sólo cumplen con el costo-beneficio bajo ciertas circunstancias. Para lograr los beneficios ecológicos respecto al uso del agua y su disposición, se proponen las siguientes medidas:

- **Monitorear el rendimiento del agua consumida**  
El primer paso para mejorar la eficiencia en el uso del agua es entender el rendimiento propuesto. Registrar el uso del agua en conjunto con el uso de la energía, sirve para entender mejor como están relacionados entre sí, con objeto de tomar decisiones integrales que aumenten la eficiencia y comprueben los beneficios en los dos sistemas, el hidráulico y el eléctrico para lograr un edificio más sustentable.
- **Reducir el consumo de agua potable en interiores**  
Para reducir el consumo de agua potable en el interior del edificio, se propone utilizar agua no potable proveniente de fuentes alternativas e instalar componentes como accesorios de bajo consumo, reductores de flujo en muebles existentes, controles electrónicos, sistemas sanitarios de composta y urinarios que no usen agua. Disminuyendo el agua potable usada en los retretes, las regaderas, las llaves y otros accesorios puede reducir el total de agua natural que se debe de extraer de los cuerpos de agua.
- **Reducir el consumo de agua para ahorrar energía y mejorar el bienestar ambiental**  
Mejorar la eficiencia del agua puede reducir los gastos de energía disminuyendo la cantidad de agua que debe ser tratada, enfriada, calentada y distribuida, ya que en cada uno de estos procesos se requiere energía. Los ahorros más significativos en energía se logran disminuyendo la cantidad de agua caliente usada, debido a que este es uno de los

conceptos que usa más energía en un edificio (en edificios comerciales, calentar el agua usa aproximadamente 15% del total de la energía usada en el edificio). De igual manera, entre menos agua se consume, menos energía se necesita para extraerla y bombearla, así como para tratar las aguas negras. Además, realizar prácticas de conservación del agua, también puede aportar beneficios a la salud humana y al bienestar ambiental, debido a que la sobreexplotación de mantos acuíferos puede provocar un aumento en la cantidad de contaminantes en el agua, con el radón y el arsénico, ya que éstos se concentran en mayor cantidad en los niveles más bajos de los cuerpos de agua.

- **Practicar jardinería con eficiencia en el agua**  
Mejorar las prácticas de jardinería puede reducir dramáticamente la cantidad de agua consumida, e inclusive, eliminar por completo el uso de agua en la irrigación. Esto se promueve manteniendo o sembrando plantas nativas en las áreas verdes del edificio para fomentar un paisajismo sustentable en donde se requiera un mínimo de agua adicional y que atraiga la fauna nativa del lugar, integrando las áreas verdes con su ecosistema. Adicionalmente, las plantas nativas tienden a usar menos fertilizantes y pesticidas, evitando que se degrade la calidad del agua en el sitio y disminuyendo los impactos ambientales negativos.

En general, la reducción de la cantidad de agua usada en un edificio, produce beneficios en muchas otras áreas, como son el ahorro en energía eléctrica, bienestar para la comunidad y un menor impacto ambiental.

### **Energía y Atmosfera**

Actualmente, la mayoría de la energía producida proviene de combustibles fósiles que afectan negativamente en cada paso de su producción y de su uso, liberando grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de tipo invernadero que contribuyen al cambio climático. En cuanto a los generadores hidroeléctricos, de fusión nuclear y de gas natural, conllevan impactos ambientales importantes y grandes riesgos de catástrofes. Para combatir este problema, es necesario manejarlo de 2 maneras. La primera, es reduciendo la cantidad de energía necesaria para la operación del edificio. La segunda, es el uso de formas benignas de energía. Estos esfuerzos buscan disminuir la contaminación, reduciendo la cantidad de energía producida, así como, controlando el impacto ambiental del uso de energías contaminantes y contrayendo los gastos de operación. La eficiencia energética se define, desde el diseño, por la masa y la orientación, los materiales, los métodos constructivos, la envolvente, la eficiencia en el agua y particularmente la calefacción, la ventilación, el aire acondicionado y la iluminación. Esto sólo se puede lograr, realizando una planeación integral que considere todo el ciclo de vida del edificio. Para que esto se cumpla, la sección de Energía y Atmosfera se guía en las siguientes medidas:

- **El seguimiento de la eficiencia energética del edificio: Diseño, Supervisión y Monitoreo.**  
Para considerar un edificio sustentable es necesario que tenga mejor desempeño energético que un edificio promedio. Sin embargo, se otorgan puntos adicionales proporcionales a aquellos edificios que logran un mejor desempeño que el mínimo requerido. Para lograr que el edificio sea más eficiente, debe ser diseñado para que opere

a un alto nivel de rendimiento. Posteriormente, se debe supervisar que el edificio sea construido según las indicaciones del diseño y finalmente, se debe medir y verificar que las metas de reducción del gasto energético se cumplieron, así como, asegurar el rendimiento de los sistemas del edificio a largo plazo. Para cumplir con este requerimiento, es necesario seguir el Reglamento de la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers o ASHRAE, por sus siglas en inglés) o las normas locales, dependiendo de cuales sean las más estrictas en cuanto a eficiencia energética. Para asegurar la correcta supervisión, el sistema LEED solicita que exista un supervisor, desde la etapa de diseño del proyecto, que se encargue de crear un plan formal de supervisión, verificar la instalación de los equipos y entregar un reporte final. Por último, se debe monitorear el desempeño del edificio durante al menos 1 año después de su ocupación, siguiendo las normativas expuestas en el Protocolo Internacional de Medidas y Verificación del Desempeño (International Performance Measurement and Verification Protocol o IPMVP, por sus siglas en inglés).

- El manejo de los refrigerantes para eliminar los CFCs  
Debido a lo dañino que puede ser el uso de los Clorofluorocarbonos (CFCs) para la capa de ozono, se exige que se instalen equipos que no usen refrigerantes que contengan CFCs. Además, se otorgan puntos adicionales por usar sistemas con refrigerantes que tengan poco potencial para dañar la capa de ozono y provocar el cambio climático.
- El uso de energía renovable  
Se les ofrece a los equipos encargados del proyecto dos opciones para integrar el uso de energías renovables en el proyecto: ya sea, usar energía renovable producida en el sitio o comprar energía renovable generada fuera del sitio (green power), pero esta última opción no está disponible en México.  
Los sistemas de generación de energía renovable comprenden la solar o fotovoltaica, la eólica, la hidráulica, la generada por oleaje o mareomotriz, la generada con biocombustibles, así como, la geotérmica. Sin embargo, debido al impacto ambiental que puede provocar la generación hidráulica de energía, se recomienda el uso de hidroeléctricas de bajo impacto.

La reducción de energía usada así como las iniciativas para el uso de energías renovables, representan uno de los factores con mayor impacto en el medio ambiente, y por lo tanto, esta sección es la que más posibilidad de puntos ofrece, particularmente, en la capacidad de reducir la cantidad de energía requerida comparada con una edificación tradicional.

### **Materiales y Recursos**

El enfoque de esta sección es resolver 2 problemas, el primero, reducir el impacto ambiental producido por los materiales usados dentro del edificio, y el segundo, reducir la cantidad de material de desecho dispuesto en rellenos sanitarios o incineradores. Para lograr esto, se debe realizar un programa de manejo de residuos, así como la selección correcta de materiales usados, descritos en las siguientes medidas:



- **Seleccionar materiales sustentables**

La selección de materiales tiene un rol importante en asegurar que el edificio sea sustentable, siendo una prioridad el uso de materiales que sigan una política ambiental responsable en donde se busque reducir la mayor cantidad de impactos durante todo el ciclo de vida del producto. Esto incluye usar productos que contienen materiales reciclados, es decir, que reduzca la obtención de materiales primarios y evite la contaminación por su disposición o materiales locales que impulsen la economía local y disminuyan el impacto en transporte.
- **Prácticas de reducción de desechos**

Para cumplir este punto, se recomienda mantener la tasa máxima de ocupación de la infraestructura existente, para evitar construir nuevos edificios que generen más desechos, más impactos al ambiente y la producción y distribución de más materiales. La práctica más importante es la reducción de desechos desde la fuente, debido a que minimiza el impacto ambiental a través de todo el ciclo de vida del producto, desde la cadena de suministro, y el uso, hasta el reciclaje y la disposición final. La siguiente práctica recomendada es el reúso de materiales, ya que evitan el ciclo de desecho y sustituyen material con mayor impacto ambiental. Finalmente, reciclar tiene menores beneficios que los anteriores, pero disminuye los desechos que llegan a los rellenos sanitarios y la demanda de materia prima.
- **Reducir desechos desde la fuente**

La reducción de desechos desde la fuente incluye disminuir la demanda del producto, lo cual representa la forma más económica de reducir desechos. En primer lugar, materiales innecesarios como las envolturas aumentan el costo del producto comprado, y en segundo lugar, se reducen los costos por recolección y disposición de desechos. Este tema es particularmente importante en las prácticas de construcción. Esto se promueve usando un plan de manejo de desperdicios, ya que requiere que el contratista establezca un sistema de rastreo de la generación de residuos y un sistema de almacenamiento temporal durante la construcción.
- **Reúso y reciclaje**

El reúso en el área de la construcción va desde los materiales hasta los inmuebles. Por lo tanto, es importante considerar, efectuar renovaciones en un edificio antes de considerar la construcción de nuevos edificios. Esto, no sólo disminuiría la cantidad de desechos sino también las alteraciones en los hábitats y generalmente, representa una menor creación de infraestructura, como pueden ser servicios y caminos. Otra alternativa, es reutilizar componentes de edificios, pero para lograrlo, se sugiere especificarlos en documentos de construcción, asegurarse que la recuperación de materiales se realice en el sitio, al mismo tiempo, que se separen los desechos y se almacenen en contenedores o áreas de disposición separadas, para facilitar su reúso en la obra.

En cuanto a la selección de materiales, es importante considerar recursos nuevos y alternativos. Los materiales de recuperación pueden sustituir materiales nuevos, reducir costos y aportar valor al edificio. También se promueve el uso de materiales locales que impulsen la economía local y reduzcan el impacto ocasionado por el transporte de los

mismos. Igualmente, se otorgan puntos por el uso de materiales que se renueven rápidamente, debido a que pueden minimizar el consumo de recursos naturales, en los cuales el ciclo de recolección potencialmente coincida con el tiempo de vida de los materiales en el edificio. Por último, se recomienda el uso de madera certificada por una tercería, para asegurar el manejo responsable de los bosques y por lo tanto, resguardar los ecosistemas que dependan de él.

Un edificio sustentable requiere políticas de construcción y de selección de materiales responsables, así como un manejo efectivo de los residuos. En esta sección se busca establecer los fundamentos para el desarrollo, implementación y documentación de estas políticas.

### **Calidad del ambiente en interiores**

Se considera que las personas pasan la mayor parte de su tiempo en espacios interiores, por eso, la calidad del ambiente en interiores tiene una gran influencia en el bienestar, la productividad y la calidad de vida de las personas. Esta categoría se dirige a los problemas ambientales de la calidad del aire en interiores, la salud en el trabajo, la seguridad y el confort, así como el consumo de energía, la efectividad en las corrientes de aire y el manejo de los contaminantes en el aire. Para enfrentar estos problemas y mejorar la calidad ambiental interior, se proponen las siguientes estrategias:

- **Mejorar la ventilación**

La falta de ventilación puede provocar enfermedades, así como fomentar el “Síndrome del Edificio Enfermo”, ya que tiende a afectar la asistencia y la productividad. Para lograr que se mantenga un alto nivel de calidad del aire en interiores, se recomienda aumentar la ventilación, y aunque ello represente aumentar la energía utilizada, un buen diseño donde se aprovechen las características climáticas de la región, puede ayudar a mejorar significativamente la calidad del aire y reducir costos en la energía.

- **Manejo de contaminantes en el aire**

Para mantener la salud y la comodidad de los ocupantes, es esencial proteger el ambiente interior de contaminantes, siendo los tres más relevantes: la contaminación del aire por el humo del tabaco, el dióxido de carbono y las partículas en suspensión.

En cuando a la contaminación por humo de tabaco, ya sea por la quema del tabaco o por la inhalación del humo como fumador pasivo, el aire puede contaminarse con más de 5000 sustancias químicas, de las cuales más de 60 son cancerígenas. Debido a esto, el sistema LEED, exige que se prohíba fumar en todos los espacios interiores y se limite a áreas designadas en el exterior del edificio.

En cuanto al dióxido de carbono, su exposición es dañina para la salud e indica mala ventilación. Por lo tanto, se sugiere que se midan constantemente las concentraciones de CO<sub>2</sub> en el edificio, para asegurar que exista la correcta ventilación y sea ajustada de ser necesario.

Las partículas suspendidas en el aire, degradan el ambiente en interiores y pueden ser producidas por pelusas, suciedad, fibras de alfombra, polvo, ácaros del polvo, moho, bacterias, polen y la caspa de animales. Estas partículas pueden complicar los problemas

respiratorios como alergias, asma, enfisema y bronquitis crónica. Para reducir su concentración se recomienda la filtración del aire. Sin embargo, gran parte del esfuerzo se debe realizar durante la construcción, protegiendo los sistemas que manejan aire y limpiando el edificio por medio de un “flushing” (presión positiva de aire).

- **Uso de materiales menos nocivos**

Una manera práctica para prevenir la contaminación del aire en interiores es la elección de materiales que liberen contaminantes en menor cantidad y menos dañinos. El uso de adhesivos, pinturas, alfombras, productos compuestos de madera y muebles con bajos niveles de liberación de gases y vapores potencialmente irritantes, puede reducir la exposición y el daño a los ocupantes. También, programar las entregas y las secuencias de las actividades de construcción apropiadamente, puede reducir la exposición del material a la humedad y a los gases y vapores contaminantes.

- **Permitir que los ocupantes controlen los ajustes a su gusto**

Proveer a los ocupantes control individual de la iluminación y de los termostatos puede servir para mejorar su confort, por lo tanto su productividad y ahorrar energía. Controles individuales de iluminación, le permiten al ocupante ajustar los niveles de iluminación según sus necesidades, hora del día, preferencias personales y las variaciones en la agudeza visual. El uso de termostatos individuales permite ajustarse con mayor exactitud a las necesidades de calefacción o enfriamiento durante las diferentes estaciones del año.

- **Proporcionar luz natural y vistas agradables**

La luz natural reduce la cantidad de energía eléctrica necesaria para la iluminación e incrementa la productividad, al igual que reduce el ausentismo y las enfermedades. El uso de patios, atrios, domos, claraboyas y persianas, usadas individualmente o en conjunto, son estrategias que pueden mejorar la penetración de luz natural o controlarla según la cantidad necesaria dependiendo del uso del área.

A su vez, las vistas agradables proporcionan mayor sentido de bienestar para los ocupantes, llevando a una mayor productividad y a aumentar la satisfacción en el trabajo realizado. Para lograr ofrecer una vista agradable, es necesario considerar la orientación, el tamaño de las ventanas, el espaciamiento entre ellas, la selección del vidrio y la ubicación de los muros interiores.

Para ofrecer una buena calidad del aire en el interior del edificio, es necesario utilizar un enfoque integral. También se pueden utilizar sensores automáticos y controles individuales que se integren a los sistemas del edificio para ajustar la temperatura, humedad y ventilación. De igual manera, se deben evaluar y controlar los niveles de contaminantes para especificar los puntos donde se requiera mayor ventilación. Finalmente, se deben considerar la cantidad de luz natural, la calidad de la iluminación, el confort térmico, la acústica y el acceso a vistas agradables, para optimizar la calidad del ambiente, así como del espacio mismo.

### **Innovación en Diseño**

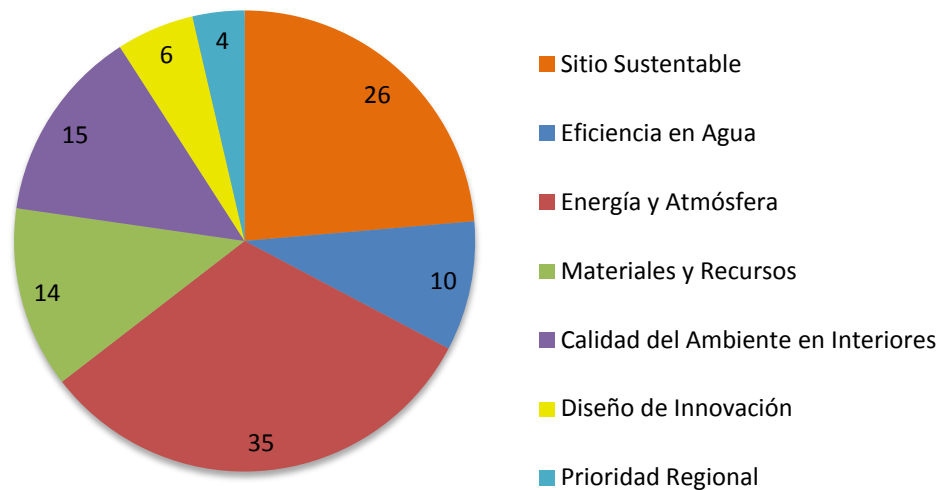
Conforme la industria del diseño y de la construcción aportan nuevas estrategias y prácticas para el desarrollo de edificios sustentables, continúan emergiendo nuevas oportunidades que llevan a

beneficios adicionales, los cuales pueden aportar rendimientos que exceden los requeridos entre los créditos y los requerimientos del sistema LEED. Para abordar este problema, se ofreció la oportunidad de obtener puntos adicionales, condicionados a que se puedan demostrar los beneficios al medio ambiente, así como fomentar nuevas oportunidades que provean beneficios de gran significancia.

### Prioridad Regional

Debido a que algunos problemas ambientales son exclusivos de una localidad, el sistema LEED ha adicionado créditos posibles, según la región donde se encuentra el proyecto, que se enfocan a los problemas regionales, otorgando la oportunidad de ganar hasta 4 puntos adicionales.

Como se había especificado, para obtener la certificación se deben conseguir al menos 40 puntos, sin embargo, esto no representa que los puntos se deban repartir equitativamente entre las categorías. Hay algunas categorías que pueden aportar muchos más puntos cumpliendo ciertos créditos y así, el equipo del proyecto puede enfocarse a un área en particular o repartir sus puntos en todas la categorías disponibles (ver Gráfica 3.1).



Gráfica 3.1: Puntos disponibles para cada categoría.

Por lo tanto, como se observa, se puede prácticamente obtener todos los puntos necesarios para una certificación cumpliendo exclusivamente con los créditos de Energía y Atmosfera, ya que el sistema LEED ofrece la posibilidad de seleccionar los criterios a los cuales el equipo encargado del proyecto desea enfocarse, logrando que el sistema se adapte a los diferentes tipos de proyectos. También es necesario tomar en cuenta que varios de los créditos se traslapan, y que en ciertos casos, como por ejemplo, la colocación de azoteas verdes, pueden aportar puntos en diferentes categorías, como en la de Sitio Sustentable y Eficiencia en Agua. Para entender mejor como se obtienen los créditos y ofrecer un ejemplo del tipo de aplicaciones posibles, se analizará el caso de un proyecto donde el sitio del proyecto representa un peso considerable en la obtención de puntos.

## Proyecto de Aplicación.

Para entender mejor la utilización del sistema de certificación LEED, analizaremos cuales son las modificaciones que se deben de hacer al proyecto existente que se encuentra en un proceso de planeación. Cuando se comenzó con este proyecto, ya se contaba con inversionistas, que por cuestiones de confidencialidad se nombrarán exclusivamente como el dueño. También estaba autorizado el proyecto arquitectónico en donde se define como un edificio residencial sobre la avenida más conocida de la Ciudad de México, Reforma, en el número 380.

## Ubicación

La zona donde se localiza el edificio es una zona muy céntrica, se encuentra a escasos 4 kilómetros del Zócalo de la Ciudad de México, en la Delegación Cuauhtémoc (ver Figura 4.1). Esta Delegación se caracteriza por aportar el 4.6% del Producto Interno Bruto Neto, concentra el 36% de equipamiento y el 40% de la infraestructura cultural de todo el D.F. convirtiéndola en la séptima economía del país.

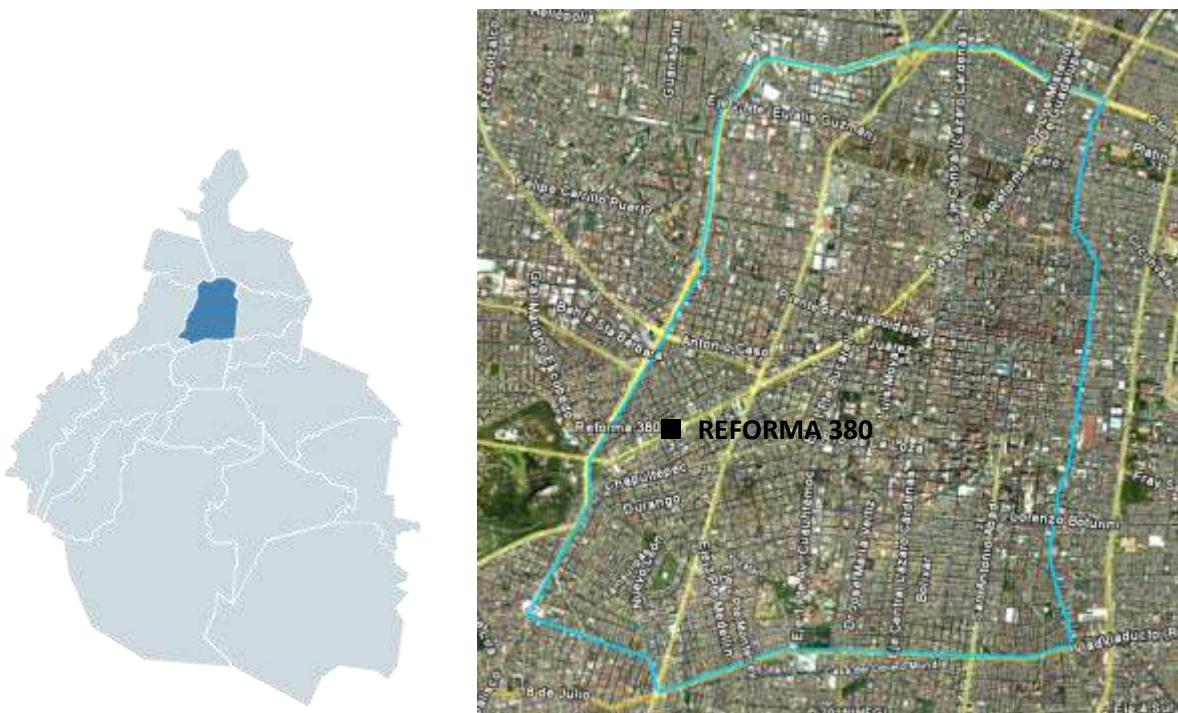


Figura 4.1: Localización de la Delegación Cuauhtémoc con respecto al Distrito Federal.

La mayoría de esta zona económica se concentra en la avenida Reforma. Esta avenida se caracteriza por tener los edificios más altos de todo el país, así como de Latinoamérica, siendo la mayoría de estos edificios de última tecnología incluyendo la Torre HSBC que es el primer edificio de Latinoamérica en obtener la certificación “Platino” del Sistema LEED.

El terreno con el que se cuenta esta situado entre la calle Oxford y la calle Varsovia, a dos cuadras del Ángel de la Independencia y a dos cuadras de la Diana Cazadora. El terreno cuenta con 13.75



metros de frente por 25 metros de profundidad, dando un total de 343.75 metros cuadrados en planta (ver Figura 4.2).



Figura 4.2: Localización del Edificio Reforma 380 y sus alrededores.

## Instalaciones

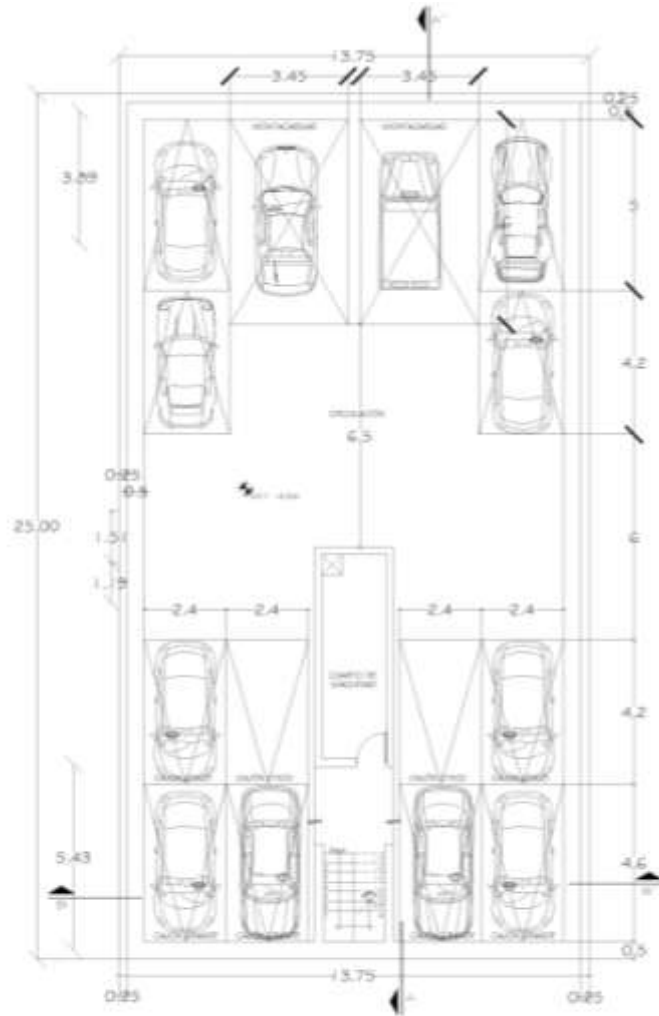
Como se observó anteriormente, es una zona donde se encuentra una gran oferta de edificios comerciales e institucionales y, la construcción de un edificio residencial, ofrece un atractivo económico debido a la poca competencia, definiendo que los acabados deben de ser de lujo y por lo tanto, atraer a posibles clientes interesados en la sustentabilidad. Después de realizar un estudio de mercado y revisar los lineamientos especificados por el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, se obtuvo el proyecto (ver Figura 4.1) con las siguientes características:

- 7 sótanos de estacionamiento
- Motor lobby
- 1 nivel comercial y lobby
- Nivel de amenidades
- 17 niveles de suites ejecutivas
- 34 suites de 50m<sup>2</sup> con 1 recámara
- 17 suites de 100m<sup>2</sup> con 2 recámaras
- 2 penthouses de 150m<sup>2</sup> con 3 recámaras y 50 m<sup>2</sup> de terraza c/u

Imágenes 4.1: Planos arquitectónicos y renders del proyecto de Reforma 380.







PLANTA TIPO ESTACIONAMIENTO  
NIVEL 4 (-8.30m)



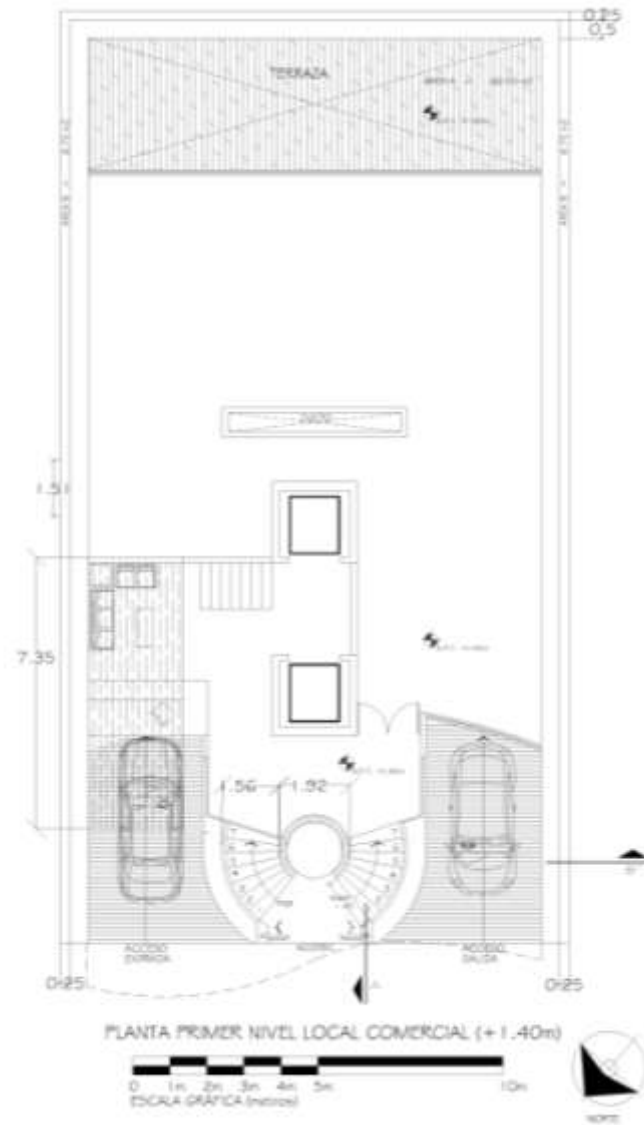
**ESTACIONAMIENTO  
MOTOR LOBBY**



ESTACIONAMIENTO  
MOTOR-LOBBY

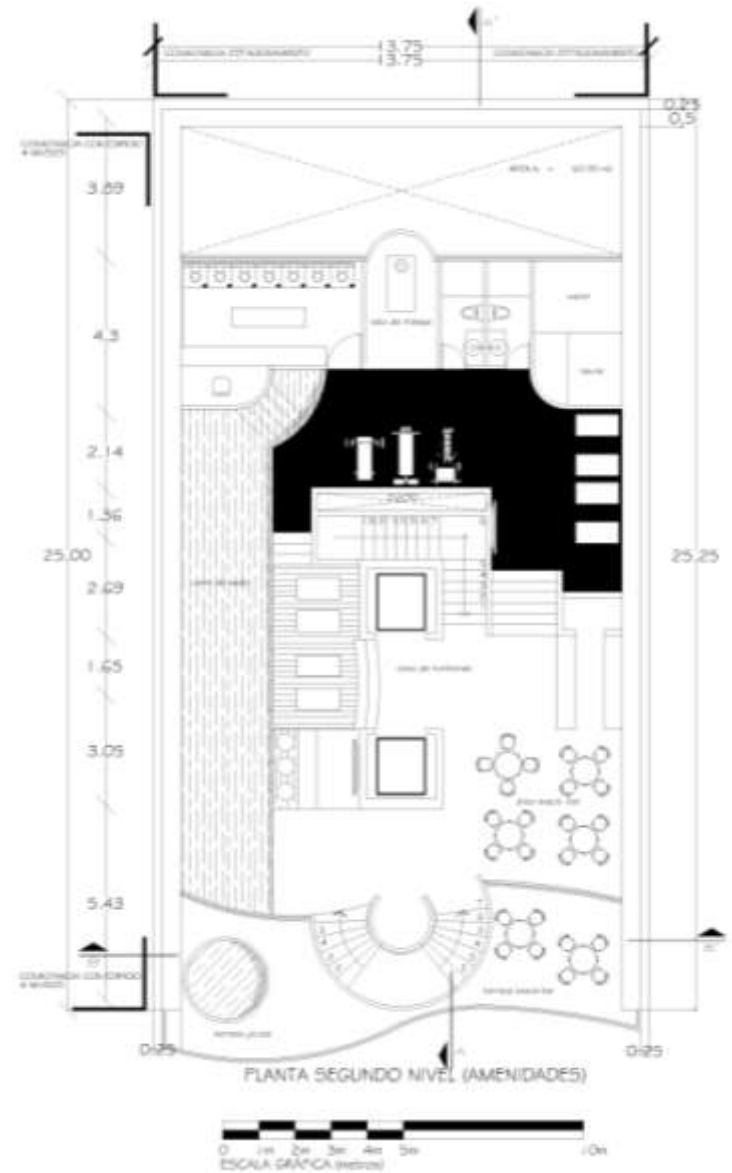


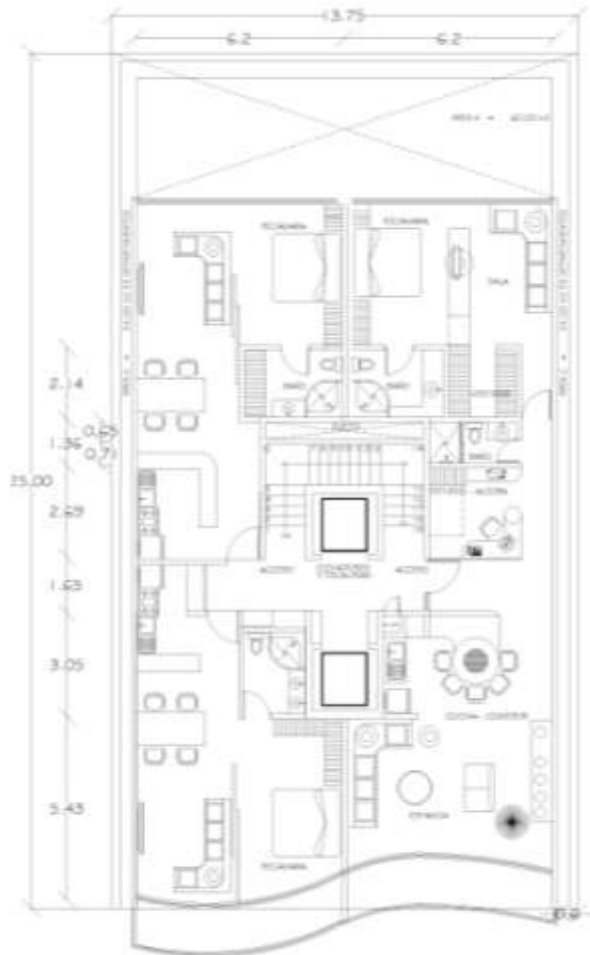
**LOCALES  
COMERCIALES**





**NIVEL AMENIDADES**





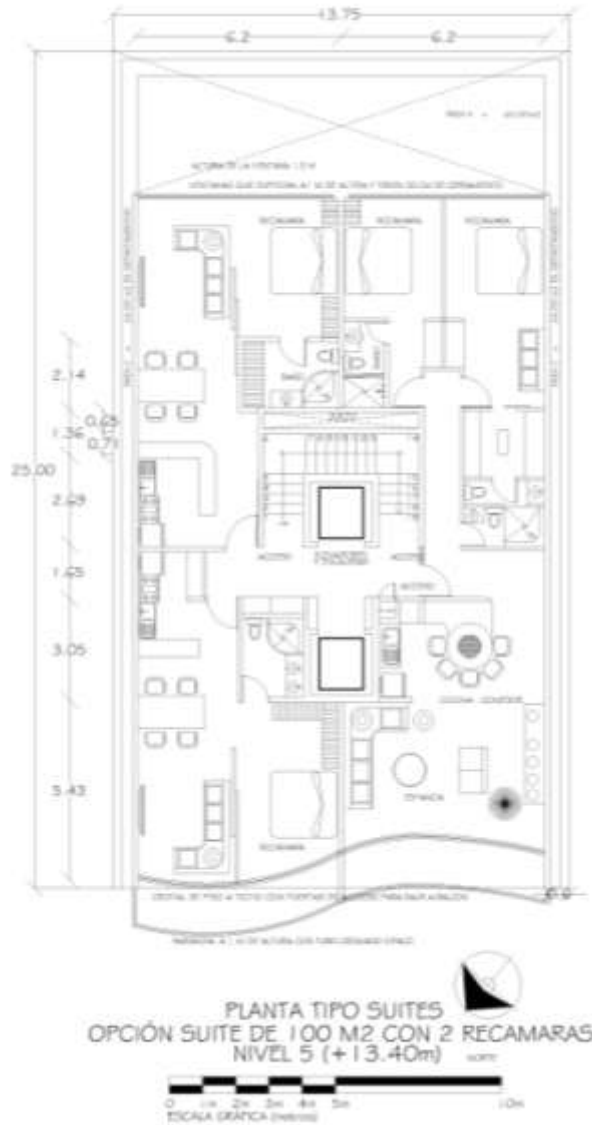
**S  
U  
I  
T  
E  
·  
T  
I  
P  
O**

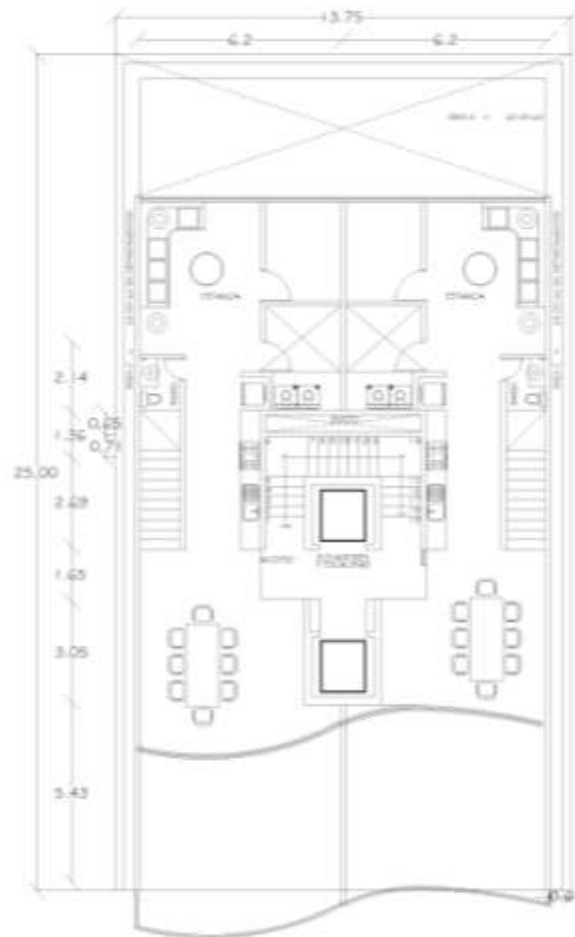
PLANTA TIPO SUITES  
OPCIÓN SUITE DE 100 M2 CON UNA RECAMARA  
NIVEL 5 (+13.40m)



ESCALA GRÁFICA (metros)

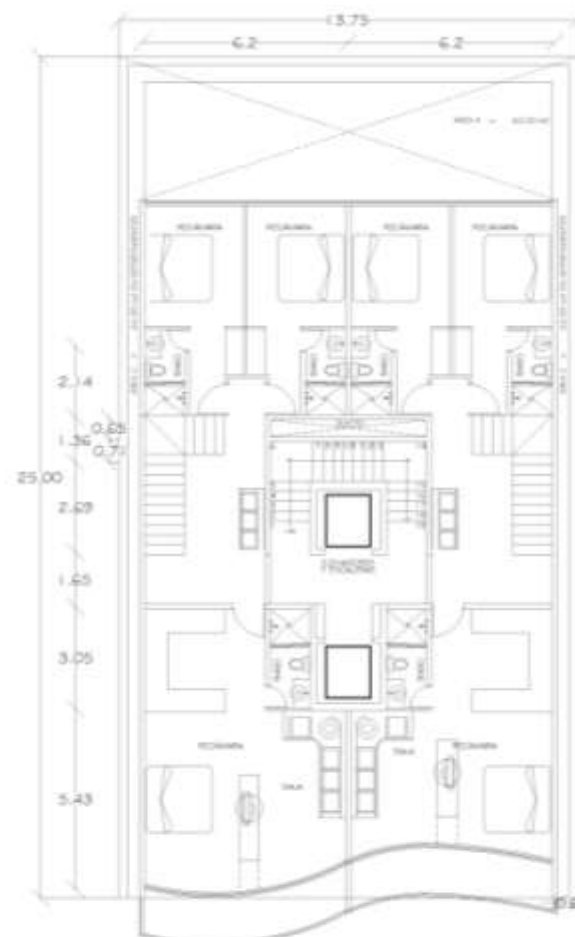






PLANTA BAJA PENTHOUSE  
NIVEL 19 (+57.50m) 1:100

0 1m 2m 3m 4m 5m 10m  
ESCALA GRÁFICA (metros)



PLANTA ALTA PENTHOUSE  
NIVEL 20 (+60.65m) 1:100

0 1m 2m 3m 4m 5m 10m  
ESCALA GRÁFICA (metros)





A  
Z  
O  
T  
E  
A



Este proyecto debe ser modificado para cumplir los créditos del Sistema de Certificación LEED, los cuales serán abordados uno por uno, basándose en los Propósitos y Requisitos<sup>[23]</sup> (Anexo 1), proponiendo una implementación y tomando una decisión por cada crédito si este es posible, “Si”, “No” o “Tal vez”.

## Sitios Sostenibles

### Prerrequisito SS 1: Prevención de la Contaminación en las Actividades de Construcción.

#### Implementación:

Este crédito busca evitar la erosión que se produce normalmente cuando el tráfico de peatones, el escurrimiento superficial o el paso de vehículos dañan la vegetación que de otra manera ayudaría a mantener el suelo. Identificar y eliminar estas y otras causas, minimizan la pérdida de suelo y mantiene la calidad del agua en el terreno. Las tecnologías recomendadas son, ya sea de estabilización, como son sembrar plantas provisionales o permanentes, o cubrir con una capa orgánica el terreno, o tecnología de control estructural con diques de tierra, mallas de retención de sedimentos, trampas o cuencas de sedimentos.

Debido a que toda el área del terreno del proyecto deberá excavar para construir los sótanos y en todo se entorno se encuentran suelos completamente pavimentados, el Plan de Erosión y Sedimentación no tiene mucho sentido en el proyecto, porque simplemente no hay terreno que se pueda erosionar. La posible aplicación que se le puede dar a este prerrequisito es la de controlar la sedimentación que se puede producir durante las excavación hacia las coladeras y drenaje municipal, tanto del material que se extraiga como del que permanezca en el terreno. Esto se puede controlar asegurándose que el material extraído sea llevado al lugar destino lo más rápido posible, colocando trampas de sedimentos y filtros en las coladeras. Pero en realidad, este crédito es de poco impacto para un terreno tan reducido, en una zona tan densamente desarrollada.

### Crédito SS 1: Selección del Sitio.

#### Implementación:

El terreno está asignado y su ubicación no está abierta a modificación. El sitio se localiza en una zona cercana al centro de la ciudad y es un terreno con alta actividad comercial y anteriormente desarrollado, por lo tanto cumple con los requisitos solicitados en este crédito, al no cambiar el medio ambiente actual.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

## Crédito SS 2: Densidad del Desarrollo y Conectividad de la Comunidad.

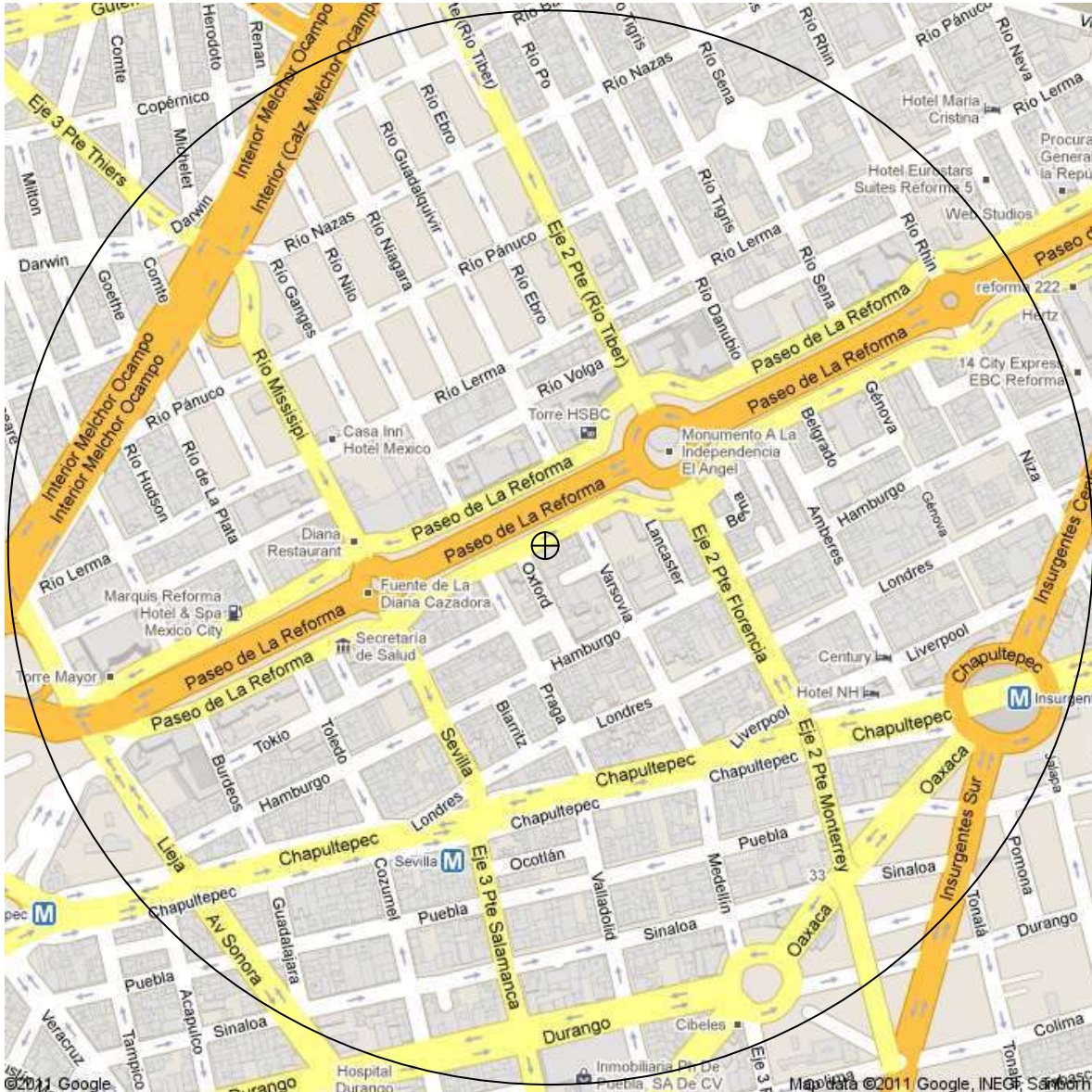
### Implementación:

Usaremos la opción 2:

Como se expreso anteriormente, el edificio está localizado en un sitio previamente desarrollado y ubicado una zona con alta actividad comercial y residencial.

Siendo una zona céntrica de la ciudad, dentro de los 800 metros de radio del proyecto podemos encontrar cientos de servicios básicos a la mano (ver Figura 4.3). En esta zona se encuentran una gran cantidad de bancos así como los centros corporativos de varios bancos como Banamex, American Express, HSCB e IXE, situados en los edificios más altos y modernos de la ciudad como el edificio de la Torre Mayor y la Torre HSBC. De igual manera en esta calle se encuentran los hoteles más importantes de la ciudad como el Hotel NH y el Marquis de Reforma, el Hotel Four Seasons, el Hotel St. Regis, el Hotel Sheraton María Isabel. También se localizan cines grandes como Cinepolis y pequeños como el cine Lumiere de Reforma, un sinnúmero de restaurantes fondas y expendios de comida, además de centros de culto católicos como la Iglesia del Santo Niño y la Parroquia de Nuestra Señora del Sagrado Corazón. En cuanto a áreas verdes, dentro del área existe un parque pequeño llamado Plaza Melchor Ocampo, y a los 800 mts hacia el oriente se encuentra el acceso al Bosque de Chapultepec.

Respecto al transporte, el edificio tiene a menos de 800 mts dos estaciones de metro, una estación de metrobus, y varias estaciones de ecobici con una de ellas a menos de 50 mts de distancia. El acceso principal del edificio da hacia Paseo de la Reforma, la cual es una vía principal de la Ciudad de México, que cuenta con varias rutas de camiones públicos así como una ciclovía que permite un desplazamiento seguro en bicicletas.



**Figura 4.3:** Mapa representando el radio de 800 m desde el edificio Reforma 380.

Debido a la enorme densidad de servicios básicos disponibles en la zona, delimitaremos el radio a 100 metros para localizar los 10 servicios básicos más cercanos al sitio (ver Figura 4.4).



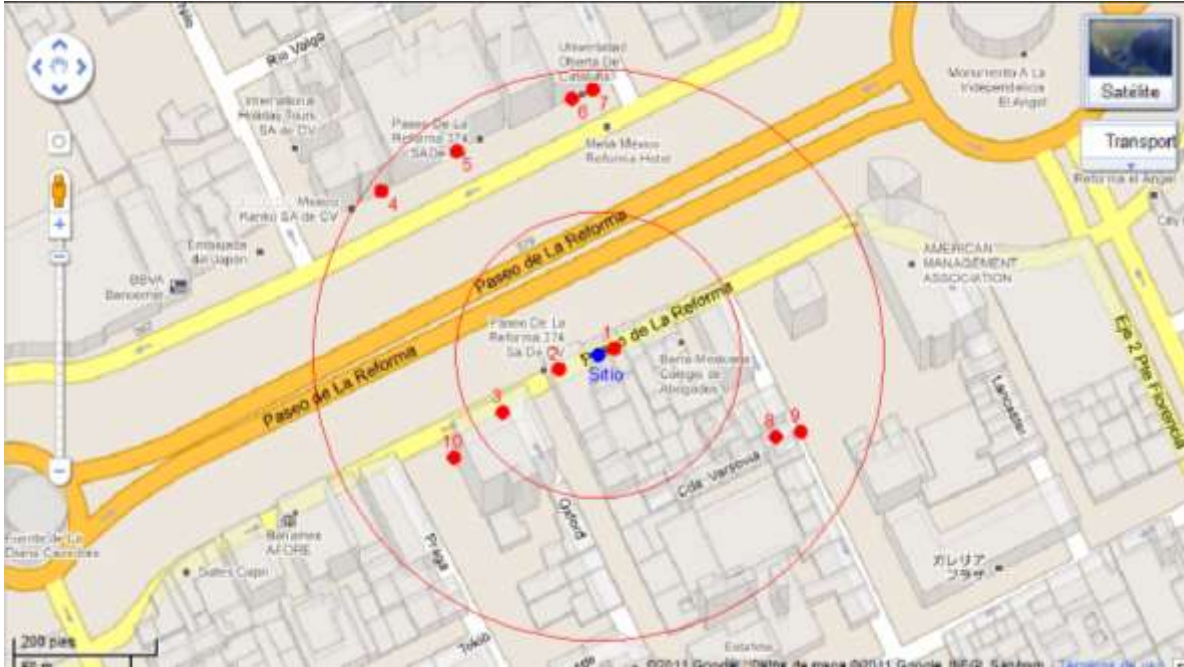


Figura 4.4: Mapa representando el radio de 50 m y 100 m desde el edificio Reforma 380.

1. Banco Bancomer
2. Restaurante Anderson's
3. Banco Banamex
4. Tienda de conveniencias Extra
5. Banco Santander
6. Peluquería Le Parisien
7. Expendio de comida rápida Subway
8. Restaurante Once Argentinos
9. Restaurante La Antojería Mexicana
10. Centro de Culto Iglesia del Santo Niño

La idea es densificar las áreas ya desarrolladas para disminuir la presión y la invasión sobre terrenos vírgenes y aprovechar mejor la infraestructura ya existente. Esto se cumple ya que el sitio tiene acceso para peatones entre el edificio y los servicios gracias a banquetas, semáforos para peatones, y señalización de pasos exclusivos para peatones en calles y avenidas. Se puede considerar que este sitio favorece el uso de otros medios de transporte debido a su excelente localización y facilidad de acceso y por lo tanto, puede aportar todos los puntos disponibles en este crédito.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 5 puntos.

### Crédito SS 3: Redesarrollo de Suelos Industriales Contaminados

#### Implementación:

No se encuentra en un sitio documentado como contaminado, por lo tanto este crédito no se puede aplicar al proyecto.

**Crédito posible:** No

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito SS 4.1: Transporte Alternativo: Acceso al Transporte Público.

#### Implementación:

Usaremos la opción 1:

Según al plano usado anteriormente donde se determina el radio de 800 metros, dentro de ese radio se localizan 2 estaciones de metro, la estación Sevilla y la estación Insurgentes de la línea 1 del metro de la Ciudad de México que es una estación de transferencia con la línea 1 del Metrobús.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 6 puntos.

### Crédito SS 4.2: Transporte Alternativo: Almacén de Bicicletas y Vestuarios.

#### Implementación:

El proyecto cae en el caso 2:

Este crédito es factible gracias a la existencia de una vialidad específicamente diseñada para el uso de bicicletas en la avenida frente al edificio además de estar dentro de la zona del sistema de ecobicis donde se promueve el uso de bicicletas en las colonias cercanas al edificio.

El primer punto es determinar el número de residentes promedio que habitaran el edificio. Para esto, la guía de sistema LEED determina que según el número de habitaciones se decidirá el número de habitantes, es decir, que para una recámara se consideran 2 ocupantes, para 2 recámaras 3 ocupantes y así sucesivamente. Obtenemos los siguientes cálculos:

$$34 \text{ (deptos de 1 rec)} \times 2 \text{ ocupantes} = 68 \text{ ocupantes}$$

$$17 \text{ (deptos de 2 rec)} \times 3 \text{ ocupantes} = 51 \text{ ocupantes}$$

$$2 \text{ (deptos de 3 rec)} \times 4 \text{ ocupantes} = 8 \text{ ocupantes}$$

$$68 + 51 + 8 = 127 \text{ ocupantes}$$

Según el crédito se tiene que ofrecer el espacio para que

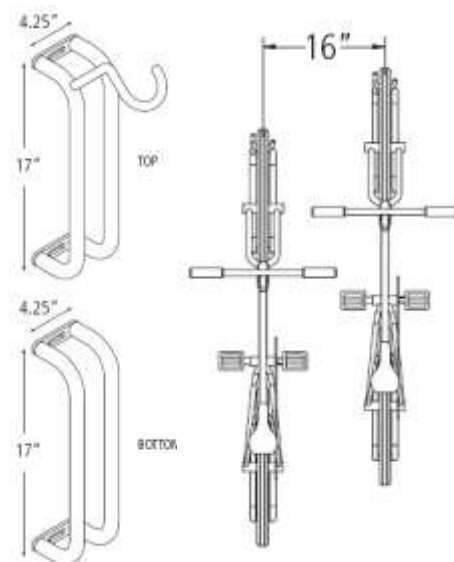


Figura 4.5: Rack de bicicletas propuesto

se estacionen mínimo el 15% de los ocupantes del edificio, obteniendo el siguiente número de lugares para bicicletas disponibles:

$$127 \text{ ocupantes} \times 0.15 = 19.05 \text{ lugares para bicicletas}$$

Por lo tanto, calculamos que se debe proporcionar espacio para al menos 20 bicicletas, y se sugiere realizar modificaciones a la localización de las escaleras de acceso para permitir tener un espacio más amplio el cual se pueda cerrar para crear una zona para estacionar las bicicletas. Para asegurar que se pueda entrar fácilmente con las bicicletas se colocó una rampa, así como una puerta de 1.2 metros de ancho con una chapa para aumentar la seguridad. Se propone colocar 20 racks de bicicletas para muro (ver imagen 4.5) los cuales se colocan cada 40 cm en diferentes alturas con el punto de soportar las 20 bicicletas. Estas modificaciones se presentan en los siguientes planos (ver Figura 4.6) en donde se muestra el plano original, y la modificación propuesta:

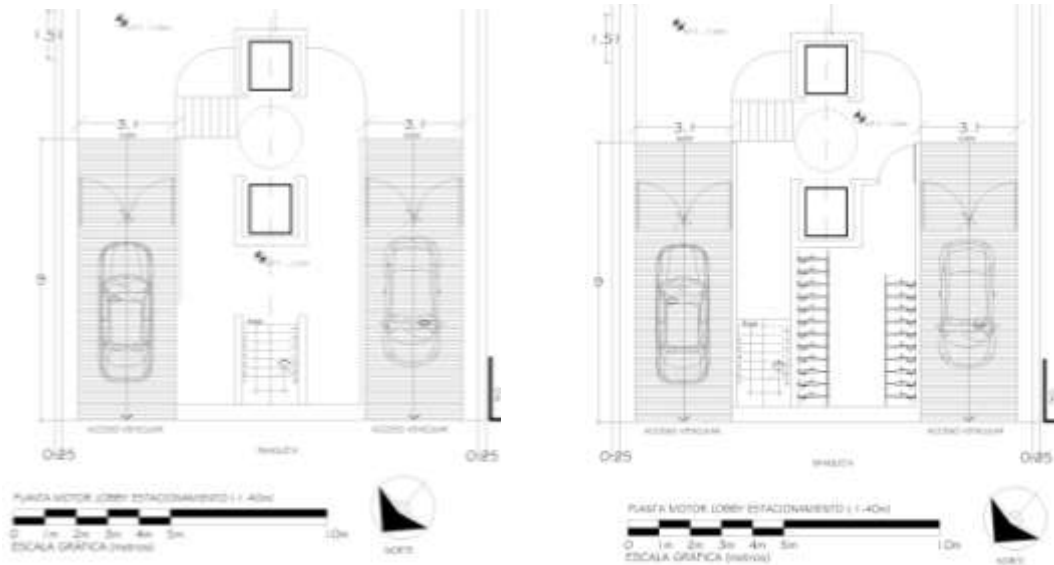


Figura 4.6: Modificación del Motor Lobby para incluir un espacio para guardar bicicletas.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito SS 4.3: Transporte Alternativo: Vehículos de Baja Emisión y Combustible Eficiente.

#### Implementación:

La opción que se usará es la Opción 1 debido a que es un edificio residencial.

Según los planos arquitectónicos, se cuentan con 7 niveles de estacionamiento con cada uno, espacio para 12 lugares, más 4 lugares en el motor lobby, dando un total de 88 lugares de



estacionamiento disponibles. De estos lugares, el 5% debe ser designado como espacio exclusivo para vehículos de baja emisión, según el siguiente calculo:

$$(7 \text{ niveles} \times 12 \text{ lugares}) + 4 \text{ lugares} = 84 \text{ lugares}$$

$$84 \text{ lugares} \times 0.05 = 4.4 \text{ lugares}$$

Por lo tanto se sugiere que 2 de los lugares disponibles en el motor lobby y 3 de los lugares en el primer nivel del sótano, sean asignados para usarse exclusivamente para vehículos de baja emisión y combustible eficiente. Por otro lado, para cumplir los requerimientos, también se propone reducir el 20% o más el costo del cajón de estacionamiento para residentes que cuenten con coches de baja emisión y combustible eficiente.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 3 puntos.

#### Crédito SS 4.4: Transporte Alternativo: Capacidad de Estacionamiento

##### Implementación:

Según el Reglamento de Construcción del Distrito Federal, el número de estacionamientos necesarios se define por los metros cúbicos de los departamentos (ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1: Números de Estacionamientos por vivienda según el Reglamento del Construcción del Distrito Federal.

USO	RANGO O DESTINO	No. MÍNIMO DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO
<b>HABITACIONAL</b>		
UNIFAMILIAR	Hasta 120 m <sup>2</sup>	1 por vivienda
	Más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup>	2 por vivienda
	Más de 250 m <sup>2</sup>	3 por vivienda
PLURIFAMILIAR (SIN ELEVADOR)	Hasta 65 m <sup>2</sup>	1 por vivienda
	Más de 65 m <sup>2</sup> hasta 120 m <sup>2</sup>	1.25 por vivienda
	Más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup>	2 por vivienda
PLURIFAMILIAR (CON ELEVADOR)	Más de 250 m <sup>2</sup>	3 por vivienda
	Hasta 65 m <sup>2</sup>	1 por vivienda
	Más de 65 m <sup>2</sup> hasta 120 m <sup>2</sup>	1.5 por vivienda
PLURIFAMILIAR (CON ELEVADOR)	Más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 m <sup>2</sup>	2.5 por vivienda
	Más de 250 m <sup>2</sup>	3.5 por vivienda
	Más de 250 m <sup>2</sup>	3.5 por vivienda

Fuente: Estacionamientos, Generalidades, Normas Técnicas Complementarias para el proyecto arquitectónicos, Reglamento de Construcción del D.F.

En este caso, es un uso habitacional de plurifamiliar con elevador con 34 departamentos de menos de 65m<sup>2</sup>, 17 departamentos de entre 65m<sup>2</sup> y 120 m<sup>2</sup> y por último, 2 departamentos de entre 120 y 250 m<sup>2</sup>. Obteniendo los siguientes lugares de estacionamiento obligatorios:

$$34 \text{ deptos} \times 1 \text{ lugar} = 34 \text{ lugares}$$

$$17 \text{ deptos} \times 1.5 \text{ lugares} = 25.5 \text{ lugares}$$

$$2 \text{ deptos} \times 2.5 \text{ lugares} = 5 \text{ lugares}$$

$$34 + 25.5 + 5 = 64.5 \text{ lugares}$$

Sin embargo, en la propuesta arquitectónica se consideraron muchos más lugares que los requeridos, ya que, debido a los problemas de estacionamiento que tiene la zona centro de la ciudad, para disminuir el tráfico y así la contaminación generada por él, es necesario ofrecer más lugares de estacionamiento que los exigidos en las disposiciones locales.

Es decir que, para el caso particular de la Ciudad de México, se recomienda no realizar este punto, y al contrario, disponer de una mayor cantidad de lugares disponibles para disminuir la búsqueda de lugares fuera del edificio y así parte del problema de generación de contaminantes.

**Crédito posible:** No

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

### **Crédito SS 5.1: Desarrollo del Sitio: Proteger o Restaurar el Hábitat.**

#### **Implementación:**

Debido a que se cumple el crédito SS 2, y el terreno es de un espacio muy limitado, lo que se recomienda es la colocación de una azotea verde que represente más del 20% del área del sitio. Para conocer el área mínima se realizan los siguientes cálculos:

$$\text{Área total del sitio: } 13.75 \text{ m} \times 25 \text{ m} = 343.75 \text{ m}^2$$

$$\text{Área verde mínima: } 343.75 \text{ m}^2 \times 0.2 = 68.75 \text{ m}^2$$

Para asegurar que se cumpla con el reto se designaran 2 áreas de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> cada una que abarque la mayor parte de la azotea con plantas nativas de la región que no se tengan que regar y que utilicen la mayor cantidad de agua de lluvia que caiga en la zona (ver Figura 4.7).

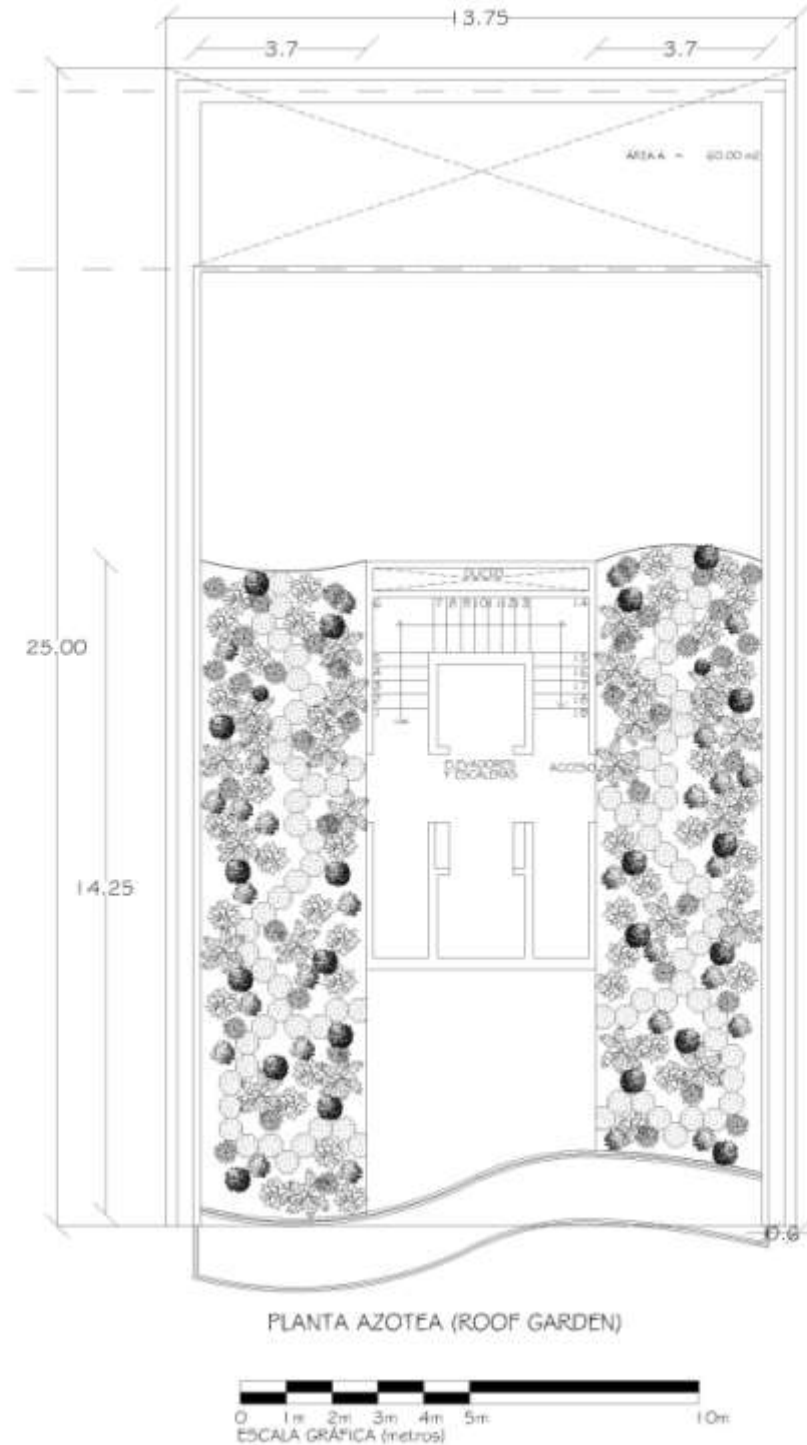


Figura 4.7: Plano propuesto para una azotea verde.

Además existió en el proyecto original, una terraza de 43 m<sup>2</sup> en planta baja, donde el proyecto incluye la colocación de plantas en macetas y un muro verde en el fondo, con un sistema de recolección de agua pluvial.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito SS 5.2: Desarrollo de Sitio: Maximizar el Espacio Abierto.

#### Implementación:

Siendo que nuestro edificio se encuentra en una zona urbana que cumple con el crédito SS 2, se exige que el área cubierta vegetada sea mayor al 25% del espacio abierto, y para estos cálculos se utiliza el área de azotea verde considerada anteriormente:

$$\text{Área total del sitio: } 13.75 \text{ m} \times 25 \text{ m} = 343.75 \text{ m}^2 \text{ área total del sitio}$$

$$\text{Área libre mínima: } 343.75 \text{ m}^2 \times 0.25 = 85.94 \text{ m}^2$$

$$\text{Área libre en el edificio: } 51.21 \text{ m}^2 + 48.12 \text{ m}^2 = 99.33 \text{ m}^2$$

Este cálculo solo considera el área vegetada cuando el resto de la azotea también ofrece un área libre para el uso de los ocupantes en un área para descanso y un patio para eventos y espacio para parrillada. Se propone la colocación de un sistema de velarías retractiles para protección del sol.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito SS 6.1: Diseño de Esguimientos: Control de Cantidad.

#### Implementación:

Nos encontramos en el Caso 2.

Para este tipo de casos, en donde el sitio estaba previamente pavimentado, el objetivo del crédito se enfoca en mejorar el manejo de agua pluvial para restaurar, hasta donde sea posible, las funciones naturales del terreno y disminuir la cantidad de agua pluvial que se envía al drenaje. Esto se puede lograr intentando reducir la cantidad de superficies impermeables, y usar algunas estrategias como usar pavimento permeable, recolectar el agua pluvial para su reúso en irrigación, o en accesorios que puedan ser usados con agua no potable, diseñar zanjas de infiltración o estanques de retención, plantando franjas de infiltración vegetal, instalando azoteas vegetadas y agrupar las edificaciones para reducir las calles y banquetas pavimentadas entre ellas.

Para este proyecto, el volumen del escurrimiento es el volumen total de precipitación, por lo tanto para cumplir con este crédito bastaría con utilizar el 25% del agua ya sea para riego o para usar en los WC, donde no se necesita agua potable. En este caso, gracias a la azotea verde, un porcentaje del agua se infiltrará, la otra parte del agua pluvial se puede recolectar ya sea para bombeada una vez más hacia los WC o puede ser infiltrada por medio de un pozo de absorción. Debido a la falta de espacio en el edificio para colocar una cisterna de almacenamiento, la inconsistencia de la precipitación en el año, la energía necesaria para bombear el agua hacia los sanitarios y la problemática característica de la Ciudad de México de falta de infiltración en los mantos freáticos, particularmente en la zona de lago, se recomienda considerar la opción de pozos de absorción, hasta lograr infiltrar hasta el 100% del agua pluvial.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

## Crédito SS 6.2: Diseño de Escurrimiento: Control de Calidad.

### Implementación:

Una forma de controlar la calidad del agua de escurrimiento es asegurarse que se infiltre la mayor cantidad ya que esta se limpia por microorganismos en el suelo. Esto se puede lograr con la implementación del crédito anterior. Existen también medidas estructurales para mejorar la calidad del agua pluvial como colocar cisternas de recolección de agua pluvial, dispositivos de tratamiento de aguas grises, y estanques que aseguren la limpieza del agua para ser reutilizada en el riego o como agua no potable en muebles del baño, siempre asegurándose que el sistema de agua pluvial este separado del sistema de aguas negras. Para realizar el plan de gestión de escurrimientos por un método no estructural, se debe asegurar que el tipo de suelo, así como las tasas e infiltración, sean suficientes para absorber al menos el 90% del volumen anual de precipitación, y si esto no se cumple se deberán colocar métodos estructurales para que la suma de los 2 logre manejar el 90% requerido. Como se propuso en el crédito anterior, la solución se obtendría con la azotea verde que absorbería parte del agua pluvial y se acompañaría de un sistema de recolección de agua con su cisterna y un pozo de absorción que envíe el agua al suelo, asegurando que se infiltre.

Como se explicaba en el crédito anterior, debido a la falta de espacio para escurrimiento, se recomienda la recolección del agua pluvial en el sitio, que a pesar de ser poca por tener un área de terreno limitada, se puede recolectar y tratar para mejorar su calidad debido a la contaminación que puede sufrir por encontrarnos en zona de contaminación atmosférica importante y por las partículas arrastradas durante la recolección. Para tratar el agua pluvial para que se encuentre en condiciones de ser infiltrada o reusada se sigue usando un filtro o rejilla para mantener fuera los contaminantes más grandes (hojas, basura), y un tanque de almacenamiento que funcione como tanque sedimentador donde las partículas de polvo se hundan dejando el agua con mejor calidad. En general el agua de lluvia tiende a ser agua muy limpia que no requiere algún otro tratamiento para usos como WC, lavar la ropa, o para riego, pero si se quisiera mejorar su calidad se puede tratar con rayos Ultra Violetas, ionización u osmosis inversa. Para el caso particular de este proyecto, como se explico anteriormente se recomienda la infiltración del agua por pozos de absorción, donde el agua enviada no requiere ser muy limpia, debido a que esta se acabara de limpiar durante la infiltración.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

## Crédito SS 7.1: Efecto Isla de Calor: No- Azotea

### Implementación:

Para implementar este crédito usaremos la opción 2, debido a que con el poco terreno que tenemos disponible, estamos obligados, desde el proyecto arquitectónico, a colocar el estacionamiento subterráneo, lo que es muy favorable para evitar el efecto Isla de Calor. Como es el total del espacio de estacionamiento, ese crédito se cumple sin modificaciones.

**Crédito posible:** SI**Puntos disponibles:** 1 punto.**Crédito SS 7.2: Efecto Isla de Calor: Azotea****Implementación:**

Debido a que el área vegetada (99.33 m<sup>2</sup>) es menor al 50% del área total de azotea (243.18 m<sup>2</sup>), se propone usar la Opción 3. En este caso, es una azotea de pendiente baja, por lo tanto el IRS mínimo es 78. Según la Guía del Sistema LEED <sup>[22]</sup>, una loseta de cantera blanca, que sería lo más apropiado para los espacios de esparcimiento, tiene un SRI de 90 y para realizar este cálculo no se debe de considerar el área de maquinas y de tinacos.

**Tabla 4.2: Tabla de tipos de techos en la azotea por áreas.**

Tipo de techo	Área (m <sup>2</sup> )
Cubierta vegetada	99.33
Loseta de cantera blanca (SRI-90), pendiente baja	99.35
Maquinaria y tinacos	44.5
<b>Área total de azotea</b>	<b>243.18</b>

Se propone la siguiente ecuación:

$$\left( \frac{99.35}{78 \times \frac{0.75}{90}} + \frac{99.33}{0.5} \right) \geq (243.18 - 44.5)$$

$$(1.27 + 198.66) \geq 198.68$$

$$199.93 \geq 198.68$$

Este punto se cumple, y por lo tanto, es posible obtener este crédito.

Para cumplir con este crédito también existe la posibilidad de colocar paneles solares en particular en las áreas de esparcimiento, sin embargo, debido a que en la Ciudad de México los paneles solares deben de ser colocados dirigidos al sur con una pendiente de 20° esto puede dificultar utilizar esa misma área como esparcimiento y disminuir el valor agregado de un roof garden.

**Crédito posible:** Si**Puntos disponibles:** 1 punto.**Crédito SS 8: Reducción de la Contaminación Lumínica****Implementación:**

Para este crédito, es poco recomendada la implementación en proyectos residenciales ya que uno no puede obligar a las personas a apagar su luz a las 11 de la noche ni a cerrar su cortinas como obligación. Y ya que no se puede cumplir con la primera parte del crédito, en la parte de exteriores

se recomienda colocar luz exterior (en particular en la azotea), que este apagada la mayor parte del tiempo, y que si se necesita no tenga un ángulo de más de  $90^\circ$  de radiación (ver Imagen 4.2) y no se utilice una lámpara con un ángulo de radiación mayor a  $90^\circ$  (ver Imagen 4.3).

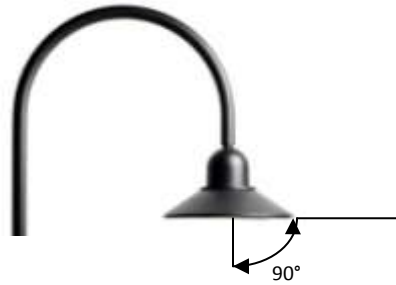


Imagen 4.2: Lámpara con ángulo de radiación menor o igual a  $90^\circ$ .



Imagen 4.3: Lámpara con ángulo de radiación mayor a  $90^\circ$ .

**Crédito posible:** No

**Puntos disponibles:** 1 punto.

## Eficiencia en Agua (WE por sus siglas en inglés)

### Prerrequisito WE 1: Reducción del Uso de Agua

#### Implementación:

Para determinar el ahorro posible en porcentaje, es necesario primero determinar el uso por día. Sabiendo que anteriormente se determinaron 127 ocupantes del edificio, consideraremos 63 hombres y 64 mujeres, se puede obtener los usos totales de cada accesorio por día en cada accesorio (ver Tabla 4.3).

Tabla 4.3: Tabla de usos totales por día por accesorio.

Tipo de accesorio	Usos por ocupante por día	Usos totales por día
WC mujeres	5	320
WC hombres	5	315



Llave de lavabo (duración 60 seg)	5	635
Regadera (duración 480 seg)	1	127
Llave de tarja en cocina (duración 60 seg)	4	508

Posteriormente, se calcula el consumo de agua en el diseño base en el cual se utilizan los datos proporcionados por el prerrequisito para cada mueble (ver Tabla 4.4).

Tabla 4.4: Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones de consumo normal.

Instalaciones de uso residencial	Especificaciones base	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Sanitarios residenciales	6 litros por uso	635	3810
Grifos de lavabos (sanitarios)	8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>	635 con duración de 1 min	5270.5
Grifos de fregaderos en cocinas	8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>	508 con duración de 1 min	4216.4
Duchas residenciales	9.5 litros por minuto a 5.63 kg/cm <sup>2</sup>	127 con duración de 8 min	9652
		<b>TOTAL (l/día)</b>	<b>22 948.9</b>

Después de debe calcular el consumo de agua de diseño, obtenido cuando se supone la colocación del mueble de bajo consumo (ver Tabla 4.5).

Tabla 4.5: Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones de bajo consumo.

Instalaciones de uso residencial	Especificaciones de bajo consumo	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Sanitarios residenciales	4.85 litros por uso	635	3079.75
Grifos de lavabos (sanitarios)	5.68 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>	635 con duración de 1 min	3416.3
Grifos de fregaderos en cocinas	6.81 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>	508 con duración de 1 min	3459.48
Duchas residenciales	6.81 litros por minuto a 5.63 kg/cm <sup>2</sup>	127 con duración de 8 min	6918.96
		<b>TOTAL (l/día)</b>	<b>16 874.49</b>

Finalmente se calcula el porcentaje de ahorro del consumo de agua del diseño contra el consumo de agua del caso base:

$$\frac{16874.49}{22948.9} = 0.735$$

$$1 - 0.735 = 0.265$$

El porcentaje de ahorro del 26.5% con mueble de bajo consumo asegura que se obtiene el prerrequisito donde sólo nos exigen el 20%.

### Crédito WE 1: Eficiencia del Agua en Jardinería

#### Implementación:

Como se especifico anteriormente, las plantas ocupadas serán plantas autóctonas de la región que debido al sistema de la azotea verde, no requieran ser regadas. Esto facilitara el mantenimiento y reducirá el uso de agua para riego así como la cantidad de agua pluvial que se recolecta.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 4 puntos.

### Crédito WE 2: Tecnologías Innovadoras en Aguas Residuales.

#### Implementación:

Debido a que ya se confirmo la posibilidad de reducir el 26.5% del consumo de agua a través del uso de muebles de baño de bajo consumo, para obtener este punto es necesario asegurar el 23.5% de agua no potable o usada. Si se usa el agua pluvial recuperada para el suministro de agua no potable a los WC, tendríamos una escasez de agua debido la poca área disponible para recolección y debido a que se usa para riego de las áreas verdes. El municipio no ofrece la opción de comprar agua tratada así que la solución más factible para suministrar los aproximadamente 3000 litros de agua para los WC que se necesitan diariamente, es tratar el agua de regadera y de lavabo in-situ. Sin embargo la falta de lugar para almacenar el agua, la cantidad de energía para subir el agua una segunda vez, y el alto costo en la doble instalación del sistema de agua potable, sanitario y en el sistema de tratamiento de agua y su mantenimiento hacen esta opción complicada y más difícil de realizar que otras. Para obtener este crédito se recomendaría modificar la disposición del espacio en el proyecto arquitectónico de tal forma que se cuente con un espacio amplio específico para colocar los depósitos y la planta de tratamiento, la decisión de realizar este crédito dependerá del costo-beneficio, considerando que solo aporta 2 puntos para la certificación.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

### Crédito WE 3: Reducción del Uso de Agua.

#### Implementación:

En este caso, para obtener una mayor reducción de agua de la lograda en el prerrequisito, se necesita que el punto anterior se cumpla tratando el agua proveniente de las regaderas y lavabos y utilizando esta agua para suministrar los WC y eliminar por completo el uso de agua potable en los sanitarios (ver Tabla 4.6).

Tabla 4.6: Tabla de consumo de agua al día por las instalaciones sin consumo de sanitarios.

Instalaciones de uso residencial	Especificaciones de bajo consumo	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Sanitarios residenciales	0 litros por uso	635	0
Grifos de lavabos (sanitarios)	5.68 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>	635 con duración de 1 min	3416.3
Grifos de fregaderos en cocinas	6.81 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>	508 con duración de 1 min	3459.48
Duchas residenciales	6.81 litros por minuto a 5.63 kg/cm <sup>2</sup>	127 con duración de 8 min	6918.96
		<b>TOTAL (l/día)</b>	<b>13 794.74</b>

De igual manera que se realizó en el prerrequisito, se calcula el porcentaje de ahorro del consumo de agua del diseño contra el consumo de agua del caso base:

$$\frac{13794.74}{22948.9} = 0.60$$

$$1 - 0.60 = 0.40$$

El porcentaje de ahorro del 40% sin uso de agua potable en los WC y con muebles de bajo consumo lograría que se obtuviera 4 puntos de este crédito.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 4 puntos.

## Energía y Atmósfera

### Prerrequisito EA 1: Supervisión Fundamental del Sistema de Energía del Edificio.

#### Implementación:

En este caso la implementación involucra contratar a una persona que realice el papel de supervisor, como el que contrataría para supervisar la obra, pero que en este caso se involucre desde lo más temprano posible en el proyecto. Esta persona debe ser una persona con experiencia en sistemas de energía y que haya trabajado anteriormente en 2 proyectos de certificación LEED. En México, a pesar de tener disponibles pocas personas capacitadas, si existen opciones en particular en empresas que se dedican a asesorar para la obtención de la Certificación LEED.

### Prerrequisito EA 2: Mínima Eficiencia Energética.

#### Implementación:

Para la realización de este prerrequisito, se recomienda realizar la opción 1 debido a que es la que permite la mayor obtención de puntos. En este caso se debe modelar un edificio base en

programas de simulación como DOE-2, DOE EnergyPlus, Trane Trace 700, o Carrier HAP-E20 II para determinar la energía ocupada en un edificio que cumple con las normas básicas, llamado edificio base y se compara con un segundo edificio simulado, que se modifique con prácticas de ahorro de energía. El porcentaje de la diferencia de la energía usada entre los 2 edificios proporcionará un porcentaje de ahorro de energía, el cual debe ser mayor del 10% para pasar este prerrequisito. Existen una gran cantidad de técnicas para el ahorro de energía, e inclusive se motiva al diseñador a considerar prácticas innovadoras de ahorro de energía, sin embargo, para este caso, se propondrán las más utilizadas y las que se aplican mejor al proyecto:

- La orientación: Para el ahorro de la energía se considera un punto muy importante la orientación del edificio tanto para comprender la temperatura en el ambiente, así como, la cantidad de luz natural que entra. Para el caso de México, al contrario de los Estados Unidos, el problema es enfriar el edificio, ya que las temperaturas mínimas promedio del Distrito Federal rondan en los 5 °C para los meses diciembre, enero y febrero y en 10°C durante el resto del año. Esto provoca que las necesidades se reflejen, primordialmente, en mantener el calor afuera, y eso en cuestión de orientación es promover que las ventanas estén dirigidas hacia el Norte y hacia el Sur, asegurando que tengan la mayor cantidad de luz disponible durante todo el día pero sin que los rayos entren directamente al edificio, calentándolo. En el caso de nuestro edificio, no se puede modificar la orientación debido al poco espacio disponible y la necesidad de utilizar de la manera más efectiva el terreno.
- La envolvente: para mantener el edificio lo más frío posible, y aprovechar de la mejor manera el sistema del aire acondicionado del edificio, se recomienda que sea lo más aislante posible, intentando de mantener las temperaturas altas afuera, y las temperaturas bajas adentro. Para lograr esto se recomienda usar una envolvente de materiales que transmitan poco la energía, como concretos, colores blancos que reflejen el sol, particularmente en azoteas, o si se prefiere usar vidrio, usar vidrios dobles o que usar una película que permita la entrada de luz pero no los rayos ultravioleta y colocar persiana, o cortinas que permitan que entre la luz pero no el calor. En el caso del proyecto, ya que 2 de las fachadas se diseñaron con vidrio, se recomienda usar un vidrio doble y un sistema de juntas que aseguren el aislamiento de las ventanas que se puedan abrir para permitan el acceso a las terrazas y colocar persianas que controlen el impacto del sol. También es necesario asegurar el aislamiento en puertas y salidas de aire, para no perder aislamiento.
- El sistema de aire acondicionado, calentamiento, enfriamiento y ventilación: En el caso de aire acondicionado es de los que proporcionan la mayor cantidad de posibilidades para reducir los gastos de energía, ya que son de los sistemas que más consumen. En general, para lograr una reducción del consumo, se sugiere la automatización del aire acondicionado, para que este sólo se utilice cuando sea requerido. De igual manera se recomienda utilizar termostatos lo más personales posibles, ya que puede, tanto asegurar que no se prenda cuando no sea necesario, se reduzca la carga cuando así lo solicite el usuario, y aseguraré su confort. Existen otros métodos, como la utilización de gas para enfriar el aire, o usar pisos radiantes ya que necesitan enfriar o calentar menos aire para lograr el confort de usuario, y requieren menos espacio de entrepiso, disminuyendo la cantidad de material usado en el edificio. Sin embargo,

en la Ciudad de México, para el caso de edificaciones residenciales, no se acostumbra el uso de aire acondicionado. En este caso, se propone que basta con la ventilación producida por las ventanas principales que atraviesan el edificio de este a oeste, y que deben ser amplias debido a que también representan acceso a las terrazas.

- El sistema de calentamiento del agua: Este sistema que consume una gran cantidad de energía, principalmente en el caso de proyectos residenciales, tiene como solución la utilización de fuentes alternas de energía como la energía solar para calentar el agua. Es una tecnología que está ampliamente desarrollada, que es fácil de colocar y de usar, y debido a la gran cantidad de sol en el D.F. es muy factible. Sin embargo, para nuestro proyecto, debido a la poca disponibilidad de espacio, sería difícil encontrar un lugar donde quepan todos los paneles necesarios para calentar el agua. Otras prácticas que ayudan a disminuir el gasto de energía en calentar el agua, son la colocación de accesorios ahorradores de agua, y la concientización de los usuarios respecto al cuidado del agua.
- La iluminación: Este método de ahorro de energía es de los más tratados, donde se habla mucho de la utilización de focos ahorradores, que son aquellos que gastan menor cantidad de watts ofreciendo mayor iluminación. También se puede recomendar la utilización de LEDs para la iluminación, principalmente donde no es muy constante, como en pasillos, escaleras y elevadores. La forma más fácil de controlar que la energía no sea desperdiciada en iluminación innecesaria, es colocando sensores que prendan y apaguen la luz cuando no reconozcan movimientos y proporcionar un control individual de la iluminación que permita reducir la carga cuando así se requiera y asegure el confort del usuario. Finalmente, la prácticas más eficiente es aumentar lo más que se pueda la iluminación por luz natural, aumentando la cantidad de ventanas, disminuyendo los muros interiores y retirando obstrucciones, por este motivo se recomienda colocar los paneles de separación de los cuartos que sean movibles y permitan que ingrese la mayor cantidad de luz.

Todas estas prácticas, requieren una inversión importante en dinero, y la mayoría de los inversionistas no están dispuestos a realizarlo a menos que puedan recuperar su inversión. Esto va a depender del análisis costo-beneficio del proyecto, en donde el precio del kWh en la región, la inversión necesaria, y el tiempo de recuperación representan factores determinantes para su determinación. En el caso del proyecto, si se compara el edificio propuesto con un edificio base con aire acondicionado, la posible reducción del gasto de energía puede aportar una gran cantidad de puntos pero para ser otorgados, se debe presentar una plan de ventilación que demuestre que es suficiente para mantener las temperaturas cómodas (que la gente no termine utilizando ventiladores o calentadores que finalmente utilizan más energía de la planeada).

### **Prerrequisito EA 3: Gestión Fundamental de Refrigerantes.**

#### **Implementación:**

Debido a la poca cantidad de personas que ocuparan el edificio comparado con su área construida, y a la poca variación del clima en la Ciudad de México, así como la posibilidad de crear corrientes de aire con la apertura de las ventanas, se considera a criterio del análisis de costo-beneficio

decidir si es necesario o no colocar un sistema de aire acondicionado para el edificio. Para el caso en donde se requiera un sistema de aire acondicionado y calefacción se exigirá que no use refrigerantes con CFC.

### Crédito EA 1: Optimización de la Eficiencia Energética.

#### Implementación:

Este crédito es la continuación del prerrequisito 2, así que para obtenerlo es el mismo proceso excepto que según el porcentaje obtenido, se otorgan una cantidad de puntos. Es el crédito en el cual se puede obtener la mayor cantidad de puntos (19 en total), pero para lograr eso se debe reducir de hasta 50% el gasto de energía, lo cual representa una inversión económica muy alta. Como se planteo anteriormente, la decisión de utilizar aire acondicionado o no en el proyecto puede ser uno de los factores que aporten mayor ahorro siempre y cuando la ventilación sea la correcta y mantenga el confort de los usuarios.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 19 puntos.

### Crédito EA 2: Energía Renovable In-Situ.

#### Implementación:

Para la obtención de este crédito existen varias opciones posibles, dentro las de menor inversión se formulan la colocación de paneles solares o de aeromotores en la azotea del edificio. Son muchos factores los que determinan si es factible o no la colocación de estos sistemas, en el caso de los paneles solares, depende mucho del área disponible, y del costo de la energía en la zona, y el porcentaje generado de energía así como la cantidad de luz solar en la zona, de los cuales es el de menor problema en la ciudad debido a la gran cantidad de sol que existe en todo el año. Por parte de los aerogeneradores, las dificultades se encuentran en definir si las condiciones del viento son las adecuadas, los generadores necesarios para volver el sistema rentable, lo cual depende igual del costo de la energía y el costo y disposición del espacio en el sistema. Para determinar si es conveniente o no colocar estos sistemas se recomienda la realización del análisis de costo-beneficio de los sistemas, debido a que son sistema que siguen siendo caros y que requieren mantenimiento constante. Debido a la ya comentada falta de espacio, y a la altura del edificio, en este caso se recomienda la utilización de aerogeneradores.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 7 puntos.

### Crédito EA 3: Supervisión Mejorada.

#### Implementación:

Este crédito va de la mano con el prerrequisito 1 EA, E involucra darle más responsabilidad al supervisor de obra, asegurarse de que, no sólo se involucre lo antes posible, pero también posteriormente a la conclusión de la obra para comprobar que el diseño sea representativo de la



situación real del edificio una vez en servicio. Como se explico anteriormente, existen pocos supervisores que cumplan con los requisitos en México, ya que son contadas las empresas que pueden ofrecer ese servicio y tiende a ser un servicio costoso, puesto que tienen que capacitar a su personal en los Estados Unidos.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

#### **Crédito EA 4: Gestión Mejorada de los Refrigerantes.**

##### **Implementación:**

Este crédito va de la mano con el prerrequisito 3 EA, y por lo tanto se considera el uso de aire acondicionado a criterio del análisis costo-beneficio y de las necesidades del usuario. Sin embargo, para hacer este análisis se recomienda considerar que ese sistema debe ser un sistema de aire acondicionado que no utilice refrigerantes.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

#### **Crédito EA 5: Medición y Verificación.**

##### **Implementación:**

El objetivo de este crédito es realizar un programa que durante el primer año de operación del proyecto, se realice las medidas de los niveles de ahorro de energía en el edificio para compararlos con las simuladas en el edificio base y las simuladas para el edificio, con el fin de comprobar que el ahorro que se propuso para el crédito 1 EA se cumpla y si no es así se realicen las modificaciones necesarias para lograrlo. En este caso se recomienda usar la opción 1 donde se analice el edificio como un todo debido a las dificultades de considerarlo por equipos ya que los departamentos serán vendidos y tendrán cada uno su propio dueño. Este es un punto que se recomienda cumplir, en particular para asegurar el correcto cumplimiento de las propuestas hechas en los créditos anteriores y asegurando que el edificio ahorre energía no únicamente para cumplir puntos, pero para beneficiar al medio ambiente.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 3 puntos.

#### **Crédito EA 6: Energía Verde.**

##### **Implementación:**

Este crédito no es aplicable en México ya que requiere adquirir un contrato donde la energía que llega a tu edificio sea alternativa. Este contrato no está disponible en México donde toda la energía es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, y la energía que se genera de cualquier fuente la concentran y venden ellos sin distinción de donde proviene.

**Crédito posible:** No

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

## Materiales y Recursos

### Prerrequisito MR 1: Almacenamiento y Recolección de Reciclables.

#### Implementación:

Como parte de este crédito, se propone que dentro de las cocinas integrales proporcionadas por la empresa constructora, se coloquen espacios con contenedores separados para 6 botes de basura, que estén definidos por papel y cartón, vidrio, plásticos, metales, orgánicos e inorgánicos. Las dimensiones de los botes serían grande para los inorgánicos, mediano para orgánicos y plásticos, y pequeños para los demás, debido a que no se produce en domicilio el mismo espacio. A su vez, el edificio contará con depósitos generales en la zona de estacionamiento que estarán separados en los mismos rubros para depositar cada uno de los diferentes tipos de residuos. Para facilitar su uso, se propone colocar botes de colores distintivos y colocar posters que esquematicen como se debe separar la basura.

### Crédito MR 1.1: Reutilización del Edificio: Mantener Muros, Pisos y Techos Existentes.

#### Implementación:

Este crédito no es aplicable al proyecto en cuestión, debido a que actualmente no hay ningún edificio en el terreno, este se debe construir desde cero y no hay disponibilidad de materiales para ser reciclados, por lo tanto, no puede proporcionar ningún puntaje.

**Crédito posible:** No

**Puntos disponibles:** 3 puntos.

### Crédito MR 1.2: Reutilización del Edificio: Mantener Elementos Interiores no Estructurales

#### Implementación:

Como en el crédito anterior, este crédito no es aplicable al proyecto en cuestión, debido a que actualmente no hay ningún edificio en el terreno, este se debe construir desde cero y no hay disponibilidad de elementos interiores no estructurales para ser reciclados, por lo tanto, no puede proporcionar ningún puntaje.

**Crédito posible:** No

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito MR 2: Gestión de Residuos de Construcción.

#### Implementación:

Ese crédito tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos que se envían a los rellenos sanitarios, y para obtener al menos un punto, más de la mitad de los residuos de la obra que se generen deben de reciclarse o recuperarse. En este caso, lo importante es tener un plan de

recolección de los residuos, donde se mantenga un control de los residuos, se reconozcan cuales son los que reciclables, se separaren y se envíen al destino de reciclaje (por la falta de espacio en la obra, el reciclaje no se puede realizar en obra). Para lograr el porcentaje propuesto se deben recuperar todo los residuos posibles tanto del material de construcción (varilla, arena, grava, ladrillos, etc.) como el de los acabados (madrera, aluminio, loseta, yeso, etc.) como el de todas las instalaciones (tubería, cable, accesorios, etc.) y todo el material proveniente de los empaques (plásticos, bolsas, cartón, etc.). Uno de los puntos básicos para lograr este crédito es que el personal en obra esté capacitado para reconocer los materiales reciclables además debe estar consciente de la importancia del reciclaje para asegurar que los objetivos del plan se cumplan, así como una buena utilización del espacio disponible para almacenaje.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

### Crédito MR 3: Reutilización de Materiales

#### Implementación:

Ya que no hay material que se pueda reutilizar en la obra, todo el material que sea reutilizado debe ser aportado de algún otro sitio, el único requisito es que sea materiales que lleven más de 2 años de utilidad. Para calificar como reusables, deben ser objetos que actualmente no estén en uso según su función original y se usen de forma diferente o en una ubicación diferente. En la mayoría de los casos se considera que la solución más factible es la reutilización de muebles, pero debido a que en México, los departamentos no se venden amueblados, son pocas las oportunidades de encontrar materiales de reúso. Este caso está condicionado a que se consiga material de reúso que pueda ser usado en la obra.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

### Crédito MR 4: Contenido en Reciclados

#### Implementación:

Los materiales reciclados post-consumo son aquellos que se recuperan después de haber servido su propósito con los consumidores, como son el aluminio, el plástico, el vidrio o el papel. Los materiales pre-consumo son aquellos provenientes del desecho de algún proceso industrial que se venden o intercambian con otra industria para su consumo, por ejemplo, un fabricante de paneles de materiales compuestos puede obtener el aserrín de un aserradero o paja sobrante de una granja de trigo. Para obtener este crédito es necesario realizar una investigación meticulosa de los porcentajes de contenido de reciclado que se puede esperar en ciertos productos específicos. Por ejemplo, existen productos en el mercado que por su misma manufactura ya cuentan con un porcentaje de material reciclado, como son el acero, las placas de yeso y las placas acústicas para plafones. También se pueden seleccionar ciertos productos o modelos que contengan materiales reciclados como son alfombras o losetas. Para el caso de materiales reutilizados deben ser re-trabajados, rectificados, o procedentes del desecho, como por ejemplo, restos de vidrio usado

para la fabricación de nuevo vidrio, virutas, aserrín, rebabas, recortes de materiales, etc. En el caso del proyecto, es importante considerar el material reciclado dentro de las placas de yeso, el acero estructural y buscar cualquier oportunidad para conseguir materiales con algún porcentaje de reciclado.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

### Crédito MR 5: Materiales Regionales.

#### Implementación:

Para entender mejor la distancia de la que estamos hablando, se puede decir que desde la Ciudad de México a la frontera sur con Guatemala se tiene alrededor de 860 km de distancia, y del mismo punto hasta la ciudad de Monterrey, en línea recta, son aproximadamente 700 km. Para obtener este crédito, se debe examinar con cuidado los materiales disponibles localmente desde la fase del diseño. El constructor debe trabajar de la mano con sus subcontratistas y sus proveedores para asegurar la disponibilidad de que los materiales sean extraídos, cosechados o recolectados y fabricados localmente. Se deben hacer cálculos preliminares basados en el presupuesto de construcción y los programas de los costos durante las fases previas a la construcción, esto le permitirá al equipo concentrarse en los materiales que aporten mayor contribución para lograr este crédito lo más eficientemente posible. En el caso de proyecto, se recomienda revisar la fabricación del cemento así como la arena y la grava y los agregados del mismo que pueden ser extraídos y manufacturados dentro del radio requerido.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 2 puntos.

### Crédito MR 6: Materiales Rápidamente Renovables.

#### Implementación:

Para conseguir el crédito de materiales rápidamente renovables, se sugiere determinar desde la fase de diseño los posibles materiales del edificio en donde se puedan ocupar los materiales rápidamente renovables, contactar sus proveedores para asegurarse que cumplan con los planes, tanto de disponibilidad como de transporte y, durante la construcción, confirmar su instalación. Entre los ejemplos más utilizados de materiales rápidamente renovables existen:

- los pisos de bambú y de madera contrachapada,
- los aislamientos de algodón de construcción (proveniente de los jeans),
- los pisos de linóleoum,
- los paneles de semillas de girasol,
- los gabinetes de madera de trigo,
- las alfombras de lana,
- los pisos de corcho,
- las pinturas con contenidos biológicos,

- los geotextiles hechos con fibras de coco y yute,
- los aislamientos y agentes desmoldantes a base de soya,
- y las pacas de paja como muros.

Para el caso de nuestro proyecto, se puede considerar el uso de bambú para los pisos, siempre y cuando se produzca localmente, los gabinetes de madera de trigo en las cocinas y baños y las pinturas con contenidos biológicos.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito MR 7: Madera Certificada.

#### Implementación:

Para cumplir con este crédito, es necesario identificar, desde la parte del diseño, los proveedores de madera certificada FSC, su disponibilidad así como las especies y los productos que se pueden usar durante el proyecto. En la Ciudad de México sólo existen 2 empresas con la certificación para vender esta madera (98 en todo el país), y para asegurar la disponibilidad se recomienda comprarla con anticipación y realizar un proceso de compra por parte del dueño e instalación por parte de los contratistas. Para considerar la madera certificada es necesario documentar que proviene de bosques bien manejados (la mayoría se encuentran en los estados de Chihuahua, Durango y Oaxaca) que cumplan con las normas de la FSC y entregar la cadena de custodia de la madera. Para este crédito se recomienda el uso de madera certificada para las puertas, sin embargo en pisos y en muebles como la cocina se deja a consideración puesto que esas instalaciones pueden servir en otros créditos como el de materiales rápidamente renovables. La determinación si es conveniente o no obtener este crédito, se deja una vez más a consideración del análisis costo-beneficio.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 1 punto.

## Calidad del Ambiente en Interiores

### Prerrequisitos IEQ 1: Eficiencia Mínima de la Calidad Ambiental Interior

#### Implementación:

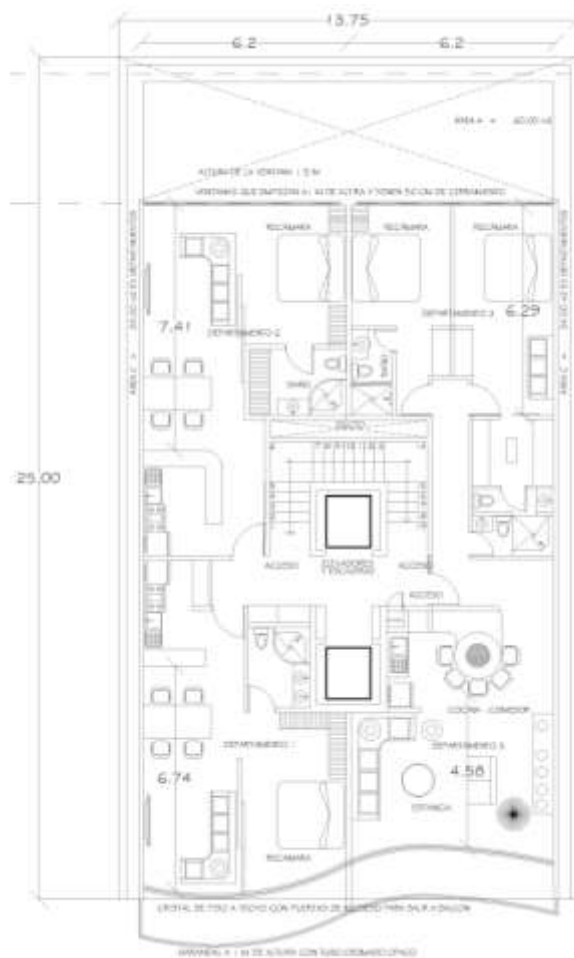
En el caso de nuestro edificio, consideraremos que se eligió la ventilación natural y por lo tanto nos colocamos en el caso 2. Para este caso, el ASHRAE da restricciones respecto a la ubicación y el tamaño de las aperturas de ventilación natural en el edificio. Especifica que todos los espacios con ventilación natural deben estar al menos a 7.62 metros (y permanentemente abiertos) de una pared operable (ventana) o aberturas en el techo que dé hacia el aire libre, el área operable también debe ser al menos el 4% de la superficie neta ocupable.

En la distribución propuesta de los departamentos, la distancia entre las áreas ventiladas naturalmente y las ventanas que dan al aire libre son de menos de 7.62 metros (ver Figura 4.8) con

la condición de que los baños cuenten con un extractor y la cocina con una campana de extracción. Para que se cumpla la condición de que el área de las ventanas sea al menos del 4% del área ocupable (ver tabla 4.7).

**Tabla 4.7:** Tabla de determinación del área mínima de ventanas según tipo de departamento.

Departamento	Zona	Superficie ocupable (m <sup>2</sup> )	Área mínima de ventanas (m <sup>2</sup> )
1	Sala-comedor	28.2	1.128
1	Recámara	15.65	0.626
2	Sala-comedor	33.54	1.342
2	Recámara	12.96	0.518
3	Sala-comedor	42.49	1.70
3	Recámara 1	13.58	0.543
3	Recámara 2	20.06	0.802



**Figura 4.8:** Distancia máxima entre los espacios y las ventanas que debe ser menor a 7.62 m.

## Prerrequisito IEQ 2: Control del humo de Tabaco Ambiental (ETS)

### Implementación:

Debido a que se trata de departamentos, no se le puede restringir fumar, por lo tanto, la única manera de lograr este prerrequisito es por medio del cumplimiento de todas las especificaciones dadas en particular las de aislamiento, la colocación de extractores en la áreas comunes para asegurar la presión negativa y las pruebas que pueden ser caras. Lo que se puede hacer para asegurar que se cumpla con este crédito es realizar una campaña de concientización promoviendo que se utilicen las terrazas para fumar, mientras las puertas que dan hacia el interior estén cerradas.

## Crédito IEQ 1: Monitoreo de la Entrada de Aire Fresco

### Implementación:

Nos encontramos en el caso 2, en donde para obtener este crédito se deben de colocar sensores para monitorear las concentraciones de CO<sub>2</sub> y colocar alarmas que le informen a los ocupantes de la situación ya que se solucionaría con la apertura de las ventanas para aumentar la circulación de aire. Sin embargo, como en la mayoría de los casos, depende del costo-beneficio de colocar el sistema de sensores y de alarmas, ya que puede representar un costo muy elevado.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 1 punto.

## Crédito IEQ 2: Incremento de la Ventilación.

### Implementación:

El objetivo principal de un sistema de ventilación ya sea mecánico o natural es introducir aire fresco proveniente del exterior, mientras se extrae la misma cantidad de aire, al igual que es una forma de controlar la temperatura y, manteniendo el sistema trabajando eficaz y eficientemente, ayuda a mantener un nivel alto de calidad ambiental en el interior del edificio. En el caso del edificio en cuestión, los espacios están ventilados naturalmente, pero al ser un edificio de departamentos y no un edificio institucional, implica que la cantidad de ocupantes es menor y por lo tanto, tiene menos problemas de ventilación y por lo tanto, el objetivo se puede cumplir únicamente colocando extractores en las cocinas y baños. Sin embargo, para obtener este crédito, es necesario realizar y documentar alguna de las 2 opciones, ya sea a través de cálculos, o a través de la simulación. En ambos casos es necesario entregar una narración con la información del edificio, la orientación, los radios de deslumbramiento, así como especificar las fuentes de calor internas, las condiciones del clima, las estrategias de ventilación, los trayectorias de las corrientes, modificaciones para diferentes horarios el día, temperaturas mínimas y máximas y control de sombras. Probablemente, es un crédito que no represente modificaciones en el proyecto arquitectónico, pero que requiere una gran cantidad de planeación y de documentación, que es un tema que determinara si es conveniente o no buscarlo.



**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### **Crédito IEQ 3.1: Plan de Gestión de Calidad de Aire Interior en Construcción-Durante la Construcción.**

#### **Implementación:**

En este crédito, es importante que el plan de gestión de Calidad Ambiental Interna este concluido antes de que inicien los trabajos de construcción. Para asegurar el cumplimiento del plan se sugiere ofrecer educación continua a los constructores y al personal de campo, así como ofrecer todos los recursos necesarios (depósitos de recolección, material y herramienta de limpieza), reforzar la importancia de acatar los procesos del plan y motivar su cumplimiento. Entre los puntos del plan debe incluir la protección del aire acondicionado, programando su instalación cuando la construcción este lo más avanzada posible, protegiendo en todo momento las entradas y salidas de aire con plástico y cambiando los filtros. Otro punto es controlar los materiales, asegurando el uso de materiales (pinturas, alfombras, selladores, adhesivos) no contaminantes y ventilado las zonas con potenciales humos dañinos como estacionamiento y pasos de vehículos, así como el aislamiento de áreas donde se instalen materiales que puedan emitir VOCs, olor desagradables o polvo. El plan también debe exigir la limpieza de las áreas durante la construcción y previa a la ocupación, deben usar aspiradoras con filtros de alta eficiencia, aumentar la frecuencia de la limpieza y usar agentes húmedos para control del polvo. Y finalmente, se deben coordinar las actividades de construcción para minimizar o eliminar las interrupciones de operaciones en los espacios ocupados del edificio y para minimizar los impactos en la calidad ambiental en los interiores y programar tiempo para realizar la limpieza final, el flush-out y las pruebas de calidad del aire antes de la ocupación.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### **Crédito IEQ 3.2: Plan de Gestión de Calidad de Aire Interior en Construcción-Previo a la Ocupación.**

#### **Implementación:**

Para este proyecto proponemos el uso de la opción 2, ya que gracias a la gran cantidad de ventilación en el edificio, se puede llegar a los niveles necesarios sin realizar el flush-out en todas las áreas, sin embargo, esto no garantiza que se evite por completo. En caso de conseguir niveles no satisfactorios, se puede flush-out el área en cuestión asegurándose de volver a tomar las medidas en el mismo lugar antes de la ocupación. Si se realiza correctamente el crédito anterior, se pueden disminuir costos y complicaciones en este crédito dependiendo del costo de las pruebas, del flush-out y el beneficio obtenido. A su vez, en el tema ambiental, es muy recomendable cumplir con el crédito para asegurar el bien-estar y la salud de los ocupantes.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 4.1: Materiales de Baja Emisión – Adhesivos y Selladores.

#### Implementación:

Este crédito se aplica exclusivamente a los productos e los procesos de instalación que tienen el potencial de afectar la calidad del ambiente en el interior de un espacio del proyecto y por lo tanto, afectar a los ocupantes expuestos a la liberación de gases contaminantes provenientes de los materiales. Este crédito se remite a la elección de los materiales en este caso, los adhesivos, selladores o primers, que emitan contaminantes, que puedan estar en contacto con el aire en el interior. Esto incluye todas las superficies en contacto con el ambiente en interiores como son los pisos, las paredes, los plafones, los muebles, los sistemas de plafones suspendidos y los materiales entre estos y los componentes del sistema de ventilación que estén en contacto con el aire que entra o sale. Para asegurar que el crédito se cumpla, se deben considerar desde la etapa de diseño, el uso de materiales que cumplan con los niveles límites de contaminantes, especificados por sus fabricantes y confirmar su colocación durante la etapa de construcción.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 4.2: Materiales de Baja Emisión – Pinturas y Recubrimientos.

#### Implementación:

Este crédito se aplica exclusivamente a los productos e los procesos de instalación que tienen el potencial de afectar la calidad del ambiente en el interior de un espacio del proyecto y por lo tanto, afectar a los ocupantes expuestos a la liberación de gases contaminantes provenientes de los materiales. Este crédito se remite a la elección de los materiales en este caso, las pinturas y los recubrimientos arquitectónicos, que emitan contaminantes, que puedan estar en contacto con el aire en el interior. Esto incluye todas las superficies en contacto con el ambiente en interiores como son los pisos, las paredes, los plafones, los muebles, los sistemas de plafones suspendidos y los materiales entre estos y los componentes del sistema de ventilación que estén en contacto con el aire que entra o sale. Para asegurar que el crédito se cumpla, se deben considerar desde la etapa de diseño, el uso de materiales que cumplan con los niveles límites de contaminantes, especificados por sus fabricantes y confirmar su colocación durante la etapa de construcción.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 4.3: Materiales de Baja Emisión – Sistema de Pisos.

#### Implementación:

Este crédito se aplica exclusivamente a los productos e los procesos de instalación que tienen el potencial de afectar la calidad del ambiente en el interior de un espacio del proyecto y por lo tanto, afectar a los ocupantes expuestos a la liberación de gases contaminantes provenientes de los materiales. Este crédito se remite a la elección de los materiales en este caso, los recubrimientos de pisos, que emitan contaminantes, que puedan estar en contacto con el aire en

el interior. Esto incluye todas las superficies en contacto con el ambiente en interiores como son los pisos, las paredes, los plafones, los muebles, los sistemas de plafones suspendidos y los materiales entre estos y los componentes del sistema de ventilación que estén en contacto con el aire que entra o sale. Para asegurar que el crédito se cumpla, se deben considerar desde la etapa de diseño, el uso de materiales que cumplan con los niveles límites de contaminantes, especificados por sus fabricantes y confirmar su colocación durante la etapa de construcción.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

#### **Crédito IEQ 4.4: Materiales de Baja Emisión – Productos Madera Compuesta y de Fibras Agrícolas.**

##### **Implementación:**

Este crédito se aplica exclusivamente a los productos e los procesos de instalación que tienen el potencial de afectar la calidad del ambiente en el interior de un espacio del proyecto y por lo tanto, afectar a los ocupantes expuestos a la liberación de gases contaminantes provenientes de los materiales. Este crédito se remite a la elección de los materiales en este caso, Los productos de madera compuesta y las fibras agrícolas, que emitan contaminantes, que puedan estar en contacto con el aire en el interior. Esto incluye todas las superficies en contacto con el ambiente en interiores como son los pisos, las paredes, los plafones, los muebles, los sistemas de plafones suspendidos y los materiales entre estos y los componentes del sistema de ventilación que estén en contacto con el aire que entra o sale. Para asegurar que el crédito se cumpla, se deben considerar desde la etapa de diseño, el uso de materiales que cumplan con los niveles límites de contaminantes, especificados por sus fabricantes y confirmar su colocación durante la etapa de construcción.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

#### **Crédito IEQ 5: Control de Fuentes Interiores de Productos Químicos y Contaminantes.**

##### **Implementación:**

Este crédito busca disminuir la cantidad de contaminantes a los que se exponen los ocupantes durante la operación regular del edificio, esto incluye los contaminantes que entran por el acceso de las personas al edificio, los equipos de uso constante (como impresoras o fotocopiadoras), y los químicos usados en la limpieza. En los accesos del edificio, en este caso tanto en el acceso a la calle como en el acceso a los estacionamientos, se sugiere colocar sistemas para atrapar y retener las partículas de polvo y suciedad, como son rejillas o alfombras, dándole preferencia a las rejillas por tener un área de recolección empotrada lo cual se considera como lo más eficiente. En el proyecto no está considerando un área general de limpieza o de lavandería, pero si se considerará el colocar una, este espacio debe de estar separado y aislado del resto del edificio y tener un sistema de extracción de aire que asegure una presión negativa. En general, es un crédito que requiere pocas modificaciones pero un mantenimiento constante de limpieza.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 6.1: Capacidad de Control de Sistemas – Iluminación.

#### Implementación:

En este crédito, se considera la luz como un factor clave para asegurar el confort de los ocupantes del edificio y por lo tanto su bienestar, asegurándose que puedan ser ajustables a las necesidades del usuario. Esto no incluye únicamente la luz eléctrica, sino también la luz natural, que como ya se dijo, es importante para reducir el consumo eléctrico. Se promueve el uso de sensores automáticos de ocupación, de sensores de luz natural, e iluminación para áreas específicas como son lámparas de escritorio o de piso (que para que se cuenten en este crédito deben ser empotradas y en constante mantenimiento). En el caso de edificios de departamentos es importante juzgar el costo aumentado de los sensores para la obtención de este crédito, debido a económicamente, se debe realizar un costo-beneficio para decidir si son rentables.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 6.2: Capacidad de Control de Sistemas – Confort Térmico.

#### Implementación:

Cuando se considera el confort térmico, existen 4 factores que lo definen: la velocidad del aire, la dirección, la temperatura y la humedad en el ambiente. Sin embargo, es poco el control que se les puede ofrecer a los ocupantes cuando la ventilación es natural, ya que únicamente existen las ventanas operables, y debido al concepto de “*open space*” de los departamentos, es difícil controlar el confort en cada espacio. Este crédito se quedaría a interpretación del equipo de revisión, ya que se puede considerar que las ventanas representan suficiente control sobre el confort térmico.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 7.1: Confort Térmico – Diseño.

#### Implementación:

Este crédito, contrario al anterior, no se enfoca en las ofrecerle al ocupante opciones de controlar los factores que le producen bienestar, sino en encontrar cuales son los niveles de los factores que van a estar disponibles para que el ocupante pueda encontrar su confort térmico. Cuando se considera únicamente la ventilación natural, el rango de confort es muy variable ya que depende de las preferencias personales (metabolismo, ropa usada, etc.), la temperatura en el exterior y la luz natural pero no se tiene control sobre la humedad o la velocidad del aire, por lo tanto, el rango se vuelve más amplio que con respecto al necesario cuando existe aire acondicionado, y varía según el mes del año. Por lo tanto, para obtener este crédito, se debe contemplar si las

tendencias de temperaturas en el D.F. cumplen con los requisitos expuestos por el ASHRAE 55-2004, sección 5.3.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 7.2: Confort Térmico – Verificación.

#### Implementación:

En este crédito, se complementa el crédito anterior, buscando asegurar que el confort térmico de los ocupantes se cumpla durante la operación del edificio, y mejorarlo en caso de ser necesario. Debido a que las quejas personales no son particularmente representativas de la opción general, se recomienda ofrecerles a todos los ocupantes la oportunidad de dar un *feedback* constante respecto al confort térmico personal. El objetivo es identificar el motivo y el lugar del descontento, para buscar la forma correcta de corregirlo. En el caso de este edificio, el problema es la falta de capacidad de corregirlo debido a que no se tiene un sistema de aire a manipular, lo que sí se puede corregir es el aislamiento de las ventanas si no es correcto, y controlar el ingreso del sol. Como en los créditos anteriores, la decisión de si es el crédito es aplicable con ventilación natural queda en manos del equipo de revisión.

**Crédito posible:** Tal vez

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 8.1: Luz Natural y Vistas – Luz Natural.

#### Implementación:

Existen muchos factores y estrategias que pueden ayudar a aumentar la cantidad de luz natural que entra en el edificio, como mencionamos antes depende de la orientación del edificio, de la envolvente y la distribución de los hasta la altura del entrepiso y de los pisos. La disponibilidad de luz natural también se puede ver afectada por la distribución de los muros interiores, las particiones, los muebles, el color y la textura de las superficies debido a su capacidad para reflejar la luz y parte de las estrategias para aumentar la luz natural son el uso de cubos de luz, atrios, domos y lámparas con controles fotosensibles. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el objetivo no es permitir que entre la mayor cantidad de luz natural, sino también es indispensable controlar que no deslumbre a los usuarios, a través de la colocación de repisas, persianas, alerones o cortinas. En cuanto a las opciones disponibles, siempre se recomienda realizar la opción 1, ya que al ser parte de la fase de diseño, se puede modificar para obtener los resultados necesarios para obtener los puntos, sin embargo, se recomienda verificar los resultados obtenidos durante la simulación, ya una vez terminado el proyecto, ya que la simulación puede conllevar errores. En el caso de este proyecto, se recomienda hacer la simulación al mismo tiempo que se realice la simulación del gasto de energía, para poder realizar las modificaciones necesarias desde la fase de planeación.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

### Crédito IEQ 8.2: Luz Natural y Vistas – Vistas.

#### Implementación:

Para obtener este crédito en el proyecto propuesto, no se requiere modificar nada, gracias al plano abierto, donde es posible ver desde todas las áreas hacia las ventanas, inclusive en las cocinas, y las ventanas van del piso al plafón. También ayuda la existencia de ventanas en cada uno de los cuartos y la colocación de los cuartos de utilidad, como baños, pasillos y escaleras en el centro del edificio.

**Crédito posible:** Si

**Puntos disponibles:** 1 punto.

Después de analizar la posible implementación de cada uno de los créditos al proyecto Reforma 380 se recopilaron los créditos posibles con los puntos disponibles por crédito (ver Tabla 4.8).

Tabla 4.8: Tabla Resumen de puntos para cada crédito.



#### LEED 2009 para Construcciones Nuevas

Checklist del Proyecto

Proyecto Reforma # 380		Crédito posible			Puntos disponibles
Distribución de puntos por créditos					
SITIO SUSTENTABLE		S	?	N	26
Prerreq 1	Prevención de la Contaminación en las Actividades de Construcción.	O			–
Crédito 1	Selección del Sitio	S			1
Crédito 2	Densidad del Desarrollo y Conectividad de la Comunidad	S			5
Crédito 3	Redesarrollo de Suelos Industriales Contaminados			N	1
Crédito 4.1	Transporte Alternativo: Acceso a Transporte Público	S			6
Crédito 4.2	Transporte Alternativo: Almacén de Bicicletas y Vestuarios	S			1
Crédito 4.3	Transporte Alternativo: Vehículos de Baja Emisión y Combustible Eficiente	S			3
Crédito 4.4	Transporte Alternativo: Capacidad de Estacionamiento			N	2
Crédito 5.1	Desarrollo del Sitio: Proteger o Restaurar el Hábitat	S			1
Crédito 5.2	Desarrollo del Sitio: Maximizar el Espacio Abierto	S			1
Crédito 6.1	Diseño de Ecurrimientos: Control de Cantidad	S			1
Crédito 6.2	Diseño de Ecurrimientos: Control de Calidad	S			1
Crédito 7.1	Efecto Isla de Calor: No-Azotea	S			1
Crédito 7.2	Efecto Isla de Calor: Azotea	S			1
Crédito 8	Reducción de la Contaminación Lumínica			N	1

EFICIENCIA EN AGUA				10
Prerrequisito 1	Reducción del Uso del Agua (Reducción del 20%)	O		–
Crédito 1	Eficiencia del Agua en Jardinería	S		2 a 4
Crédito 2	Tecnologías Innovadoras en Aguas Residuales		?	2
Crédito 3	Reducción del Uso del Agua		?	2 a 4

ENERGÍA Y ATMOSFERA				35
Prerrequisito 1	Supervisión Fundamental del Sistema de Energía del Edificio	O		–
Prerrequisito 2	Mínima Eficiencia Energética	O		–
Prerrequisito 3	Manejo Fundamental de Refrigerantes	O		–
Crédito 1	Optimización de la Eficiencia Energética	S		1 a 19
Crédito 2	Energía Renovable In-Situ		?	1 a 7
Crédito 3	Supervisión Mejorada	S		2
Crédito 4	Gestión Mejorada de Refrigerantes		?	2
Crédito 5	Medición y Verificación	S		3
Crédito 6	Energía Verde		N	2

MATERIALES Y RECURSOS				14
Prerrequisito 1	Almacenamiento y Recolección de Reciclables	O		–
Crédito 1.1	Reutilización del Edificio: Mantener Muros, Pisos y Techos Existentes		N	1 a 3
Crédito 1.2	Reutilización del Edificio: Mantener el 50% de los Elementos Interiores no Estructurales		N	1
Crédito 2	Gestión de Residuos de Construcción	S		1 a 2
Crédito 3	Reutilización de Materiales		?	1 a 2
Crédito 4	Contenido en Reciclados		?	1 a 2
Crédito 5	Materiales Regionales	S		1 a 2
Crédito 6	Materiales Rápidamente Renovables	S		1
Crédito 7	Madera Certificada		?	1

CALIDAD AMBIENTAL EN INTERIORES				15
Prerrequisito 1	Eficiencia Mínima de la Calidad Ambiental Interior	O		–
Prerrequisito 2	Control del humo de Tabaco Ambiental (ETS)	O		–
Crédito 1	Monitoreo de la Entrada de Aire Fresco		?	1
Crédito 2	Incremento de la Ventilación		?	1



Crédito 3.1	Plan de Gestión de CAI en Construcción-Durante la Construcción	S			1
Crédito 3.2	Plan de Gestión de CAI en Construcción-Previo a la Ocupación	S			1
Crédito 4.1	Materiales de Baja Emisión – Adhesivos y Selladores	S			1
Crédito 4.2	Materiales de Baja Emisión – Pinturas y Recubrimientos	S			1
Crédito 4.3	Materiales de Baja Emisión – Sistema de Pisos	S			1
Crédito 4.4	Materiales de Baja Emisión – Productos Madera Compuesta y de Fibras Agrícolas	S			1
Crédito 5	Control de Fuentes Interiores de Productos Químicos y Contaminantes	S			1
Crédito 6.1	Capacidad de Control de Sistemas – Iluminación	S			1
Crédito 6.2	Capacidad de Control de Sistemas – Confort Térmico		?		1
Crédito 7.1	Confort Térmico – Diseño	S			1
Crédito 7.2	Confort Térmico – Verificación		?		1
Crédito 8.1	Luz Natural y Vistas – Luz Natural	S			1
Crédito 8.2	Luz Natural y Vistas – Vistas	S			1

DISEÑO DE INNOVACIÓN					6
Crédito 1	Diseño de Innovación			N	1 a 4
Crédito 2	Profesional Acreditado LEED		?		1

PRIORIDAD REGIONAL					4
Crédito 1	Prioridad Regional			N	1 a 4

TOTAL					110
-------	--	--	--	--	-----

Entre los 110 puntos disponibles, 18 puntos están fuera del alcance del proyecto en su mayoría ya que estos créditos dependen de la región y al no estar en Estados Unidos, y tener necesidades regionales diferentes, no son obtenibles por lo tanto, solo se pueden obtener máximo 92 puntos. De los puntos restantes, 27 puntos están sujetos a otros factores como son el análisis costo-beneficio y la disposición del cliente así como algunas dificultades técnicas. Si restamos estos 27 puntos que se encuentran en la categoría de “tal vez”, quedan 73 puntos, los cuales pueden representar un gasto adicional pero son relativamente fáciles de obtener. Estos datos nos indican que es posible obtener una certificación LEED para este proyecto en particular.

Como se observa, la mayoría de los créditos representan una inversión extra al proyecto, ya sea por modificación o por ampliación del proyecto, sin embargo, cada una de esos gastos debe ser analizado según un análisis de costo-beneficio, en donde se determinará si la inversión adicional es factible y proporciona un beneficio en las tres ramas (económico, ecológico y social) que justifique

el gasto. Esto representa ampliar la etapa de planeación, atrasar el proyecto y, por supuesto, una mayor inversión inicial, sin embargo, si el proyecto está correctamente realizado puede aportar un retorno de inversión mayor y además de beneficiar a los futuros ocupantes del edificio, así como al medio ambiente.

## Conclusiones y Comentarios

Durante el proceso de análisis del sistema de certificación LEED, pudimos observar muchas virtudes como el enfoque muy marcado hacia la calidad ambiental en interiores que representa un beneficio importante no sólo para el medio ambiente, sino también para la salud de los ocupantes. Otros puntos importantes a enfatizar es la flexibilidad del sistema para acoplarse a varios tipos de proyectos, dependiendo si el beneficio proviene de un cierto campo (como el del proyecto que se ejemplifica y que proviene de su ubicación) o de un conjunto de todas las categorías disponibles (como el caso contrario de un edificio en un terreno no urbanizado que tiene que obtener sus puntos en otras categorías). Finalmente, su ventaja principal, es que se trata de un sistema funcional, que proporciona una manera de clasificar la sustentabilidad de un edificio y es adaptable a otros lugares, como es el caso de México, donde gracias a su impacto en Estados Unidos, cada vez, existen más opciones para certificar edificios LEED en nuestro país.

Viendo el otro lado de la moneda, el sistema encuentra dificultades, ya que, al ser un sistema de obtención de puntos, es muy fácil perder la perspectiva del objetivo principal, que es el de beneficiar al medio ambiente y a la sociedad que lo rodea, para que en su lugar, se busque cumplir, con el menor esfuerzo y dinero, los objetivos necesarios para conseguir la mayor cantidad de puntos. Al fin y al cabo, el USGBC es una empresa privada, donde su objetivo principal es la remuneración económica, esto puede provocar que el sistema se vea demasiado guiado por los beneficios económicos, donde se intenta generar ganancias en la mayor cantidad de formas posibles (cobrando inclusive la revisión de los créditos por apelar). Este enfoque, también se ve reflejado en la mayoría de las implementaciones de los créditos, donde casi todos los créditos están dirigidos a los clientes que buscan construir un corporativo o un edificio de oficinas, y aunque intentan adaptar los créditos para incluir los edificios residenciales, como es el caso del proyecto de este estudio, sigue siendo muy notoria la falta de interés del USGBC por atraer este tipo de clientes.

Una vez analizada la aplicación del Sistema de Certificación LEED al proyecto de estudio Reforma 380, se puede observar que el proyecto cuenta con muchas facilidades debido a su ubicación tan céntrica, que representa una forma de aprovechar la infraestructura con la que cuenta la zona. Sin embargo, la falta de espacio dificulta la obtención de otros créditos, como, por ejemplo, en el tema del manejo del agua. Se concluyó que, para este proyecto, sí es posible obtener una certificación LEED, pero, como en todos los proyectos, la decisión de su factibilidad y viabilidad y qué nivel de certificación se piensa buscar, depende del dinero que el dueño esté dispuesto a invertir, del análisis del costo-beneficio y del interés que tenga el cliente en la certificación y en la protección del medio ambiente. Esta problemática es la que enfrenta cada uno de los proyectos que consideran certificarse en LEED y, por lo mismo, la concientización respecto a la sustentabilidad y la disposición de los dueños, que tiende a ser deficiente, ha creado un obstáculo en el desarrollo de la edificación sustentable en el país.

A pesar de que el USGBC tiene un impacto importante en los Estados Unidos, en México, su contraparte no cuenta ni con el mismo reconocimiento, ni el mismo impulso y apoyo por parte de

la industria. Muchos de estos atrasos, se reflejan en la situación económica, política y cultural del país. Pero a pesar de la falta de interés por parte de la industria, existe un interés, tanto por parte de la comunidad, que de manera creciente, busca trabajar y vivir en edificios que le aporten una mejor calidad de vida y sean más amables con el ambiente, como por parte de las empresas, principalmente las extranjeras, que manejan políticas ecológicas como parte de su políticas institucionales (como por ejemplo, Banco Santander).

Inclusive, existe un impulso proveniente de América Latina, donde la edificación sustentable está creciendo considerablemente y, al ser un punto de comparación con México y representar alianzas políticas y comerciales importantes, obliga a nuestro país a mirar hacia el camino de la sustentabilidad.

A pesar de la presión ejercida por el extranjero, el crecimiento en materia de edificación sustentable se concentra exclusivamente en el Distrito Federal y si acaso en algunos lugares aislados del país, como Guadalajara, Monterrey o la Ciudad de Loreto, en Baja California Sur. En general, el gobierno estatal no ha ejercido la presión esperada para impulsar este tipo de proyectos y los escasos proyectos, son promovidos por los gobiernos locales, manteniendo su impacto limitado, como es el caso del Programa de Certificación de Edificios Sustentables (PCES), en el D.F., donde la promoción no han sido suficiente para atraer más interesados y su aplicación se limita a la capital.

Para lograr mejorar la situación en cuestión de ecología en el país, es necesario tener una industria mejor informada, una comunidad mejor educada y un gobierno que promueva la concientización así como políticas exigentes y vigorosas en todos los aspectos de la sustentabilidad. Esto es un reto inmenso para el país, ya que en gran parte, los intereses que están en contra, como son algunos grandes empresarios y algunos sindicatos, a los cuales no favorecen estas políticas y que ejercen presión para que no se promuevan, frenando el avance de nuestro país. Un ejemplo muy concreto de este efecto se da en la misma Ciudad de México, donde con tal de no quitarle el ingreso económico a los dirigentes del Sindicato de Pепенadores, afiliado a la Central de Trabajadores de México (CTM), no se contrata a una empresa privada que tenga un mejor manejo de los residuos, aumente la cantidad reciclada y así, disminuya la cantidad desechada, sin que el gobierno tenga que invertir tanto dinero en la recolección, las instalaciones y el desecho de los residuos como se hace actualmente.

Sin embargo, para impulsar la edificación sustentable en México, es necesario, también, modificar la forma en la que se concibe la construcción en nuestro país y cambiar la creencia de que la menor inversión inicial, que requiere el menor tiempo posible, es la forma “más adecuada” de concretar un proyecto. Es importante, que como ingenieros, responsables de obras, tanto públicas como privadas, promovamos la importancia de la planeación integral e inclusiva, que considere tanto el factor financiero, como el ecológico y social del proyecto y que considere al proyecto y todos sus componentes por su ciclo de vida completo. Fomentar estos cambios en los proyectos, a través de educar y concientizar a todos involucrados, explicándoles la importancia de considerar a la inversión, desde un punto de vista estratégico y a largo plazo, que aunque implique gasto iniciales altos, a la postre permita reducir los costos en todo el ciclo de vida y produzca beneficios

más duraderos y en todos los campos, reduciendo todo tipo de riesgos y asegurando la mejor toma de decisiones desde el principio y en todos los aspectos.

Personalmente, creo que esta Tesis puede impulsar a sus lectores a entender mejor la situación en materia de sustentabilidad en la Ciudad de México, al mismo tiempo que busca motivar a los especialistas a promover una eficiente planeación y, finalmente, que las personas que estén buscando conocer más respecto a una de sus opciones para certificar edificaciones sustentables, tengan un concepto más completo de la opción que representa el Sistema de Certificación LEED, así como proporcionar un ejemplo concreto que pueda apoyar futuras aplicaciones.

Para concluir, es necesario señalar que este proyecto quedó limitado por los alcances de una Tesis de Licenciatura y, por lo tanto, lo más conveniente, sería continuar con la siguiente fase o etapa que consistiría, de acuerdo a mi propuesta, en un análisis detallado de los costos-beneficios del proyecto a mediano y largo plazo, además de definir qué tipo de certificación se podría buscar obtener ante el GBCI y, finalmente, determinar la viabilidad del proyecto.

## Bibliografía

- [1] *Introducción al Urbanismo y la Sustentabilidad*, Dr. Hermilo Salas Espíndola, Fac. Arquitectura, Posgrado en Arquitectura – Economía, Política y Ambiente, UNAM, 2011.
- [2] *Informe Brundtland: Nuestro Futuro Común*, Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, 1987. Esta definición será retomada en el Principio 3º de la Declaración de Río, 1992.
- [3] David Morillón Gálvez, Universidad Nacional Autónoma de México, 13 de agosto de 2007.
- [4] *Edificación Sustentable en América del Norte: Oportunidades y Retos*, Informe del Secretariado al Consejo Conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), 2008.
- [5] *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Artículo 1, párrafo 2, 1992.
- [6] *Integrated Project Delivery: A Guide*, version 1, The American Institute of Architects (AIA), 2007.
- [7] *Presentation Building Impacts: Why Build Green*, U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1720>, 2011.
- [8] Hipotecas Verdes, <http://portal.infonavit.org.mx/wps/portal/TRABAJADORES>, 2012.
- [9] *Gaceta Oficial del Distrito Federal del 25 de Noviembre de 2008*, Secretaría del Medio Ambiente, Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables, [http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/programa\\_certificacion\\_edificaciones\\_sustentables.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/programa_certificacion_edificaciones_sustentables.pdf), 2011.
- [10] WBCSD, World Business Council for Sustainable Development, *The True Cost of Green Building*, [www.wbcsd.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectId=MjU5NTM](http://www.wbcsd.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectId=MjU5NTM), 2011.
- [11] *Sustainable Rating Systems*, CTBUH Journal, Issue II, 2008.
- [12] U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988>, 2011.
- [13] Green Globes, The Practical Building Rating System, <http://www.greenglobes.com/about.asp>, 2011.
- [14] Bream, The world's leading design and assessment method for sustainable buildings, <http://www.breem.org/page.jsp?id=66>, 2011.
- [15] CASBEE, Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency, <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm>, 2011.
- [16] Green Star, Green Building Council Australia, <http://www.gbca.org.au/green-star/green-star-overview/>, 2011.
- [17] World Green Building Council, <http://www.worldgbc.org/site2/index.php?cID=83>, 2011.

- 
- [18] *Presentation about USGBC: YOUSGBC*, U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1720>, 2011.
- [19] GBCI, the Green Building Certificate Institute, <http://www.gbci.org/Homepage.aspx>, 2011.
- [20] *Presentation about LEED: Leadership in Energy and Environmental Design*, U.S. Green Building Council, <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1720>, 2011.
- [21] Consejo Mexicano de la Edificación Sustentable, [http://www.mexicogbc.org/index\\_es.php](http://www.mexicogbc.org/index_es.php), 2011.
- [22] *Green Building Design and Construction*, LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction For the Design, Construction and Major Renovations of Commercial and Institutional Buildings Including Core & Shell and K-12 School Projects, U.S. Green Building Council, 2009 Edition.
- [23] *LEED 2009 For New Construction and Major Renovation*, For Public Use and Display, LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System, U.S. Green Building Council, USGBC Member Approved November 2008 (Updated August 2011).



## Anexo 1

Traducción literal del *LEED 2009 For New Construction and Major Renovation*, For Public Use and Display, LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System, U.S. Green Building Council, USGBC Member Approved November 2008 (Updated August 2011).

### Sitios Sostenibles

#### Prerrequisito SS 1: Prevención de la Contaminación en las Actividades de Construcción.

**Propósito:**

Reducir la contaminación procedente de las actividades de construcción mediante el control de la erosión del terreno, la sedimentación en las vías de agua y la generación de polvo transportado por el aire.

**Requisito:**

Crear e implementar un Plan de Control de Erosión y Sedimentación (CES) para todas las actividades de la construcción asociadas al proyecto. El plan CES se adecuará a los requisitos de erosión y sedimentación del Plan de Control de Erosión y Sedimentación del Permiso General de Construcción de la EPA 2003 o las normas y códigos locales de control de erosión y sedimentación, las que sean más restrictivas.

El plan describirá las medidas implantadas para cumplir los siguientes objetivos:

- Prevenir la pérdida de suelo durante la construcción debida al flujo de escurrimiento y/o la erosión por viento, incluyendo la protección de la tierra vegetal ampliándola para su reutilización.
- Prevenir la sedimentación en el alcantarillado de escurrimientos o arroyos que viertan sus aguas en el sitio.
- Prevenir la contaminación del aire con polvo y partículas de materia.

El plan de Control de Erosión y Sedimentación (CES) perfila las estipulaciones necesarias a cumplir en la fase de proyecto y en la obra con los requisitos de control de los sistemas de eliminación de las descargas de contaminantes en obra. Este plan CES se aplicará a cualquier tamaño que tenga el terreno.

#### Crédito SS 1: Selección del Sitio.

**Propósito:**

Evitar el desarrollo de sitios inadecuados y reducir el impacto medioambiental procedente de la localización de un edificio en un sitio determinado.

**Requisitos:**

No desarrollar edificios, elementos no vegetales de jardinería, carreteras o estacionamientos en partes del sitio que cumplan alguno de los criterios siguientes:

- Tierras de cultivo de primera calidad tal como son definidas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Terreno no desarrollado previamente cuya elevación sea menor de 1.5 metros por encima de la elevación de la avenida con periodo de retorno de 100 años como lo define la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos.

Terreno que está específicamente identificado como hábitat de cualquier especie que figure en las listas de especies amenazadas o en peligro de extinción.

- En un radio de 30 metros de humedales tal como son definidas por el Código Federal de Regulaciones de los EU y humedales aislados de áreas de protección especial identificadas por normas locales o regionales. O a distancias comprometidas de humedales prescritas por regulaciones locales o regionales, tal como se definen en normas o leyes locales o regionales, lo que sea más restrictivo.
- Terreno previamente no desarrollado que esté en un radio de 15 metros de un cuerpo de agua, definido como mares, lagos, ríos, arroyos y afluentes que sustenten o puedan sustentar peces, un uso recreativo o industrial, consistente con la terminología de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Terreno que previamente a su adquisición para el edificio fue parque natural, a no ser que un terreno de igual o mayor valor que el del parque sea aceptado como intercambio en la transacción por el dueño público del terreno (están exentos los edificios de las Autoridades de los Parques Nacionales).

**Crédito SS 2: Densidad del Desarrollo y Conectividad de la Comunidad.****Propósito:**

Canalizar el desarrollo hacia áreas urbanas con infraestructura existente, proteger los terrenos cultivables y preservar el hábitat y los recursos naturales.

**Requisitos:**

Opción 1: Densidad de desarrollo

Construir o renovar el edificio en un sitio previamente desarrollado Y en una comunidad con una densidad mínima de 1.337 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> neto. El cálculo de densidad debe incluir el área del edificio que se va a construir y se debe basar en un desarrollo tipo de viviendas de PB+1 en el centro de ciudades.

Opción 2: Conectividad de la comunidad.

Construir o renovar un edificio en un sitio que cumpla con los siguientes criterios:

- Localizado en un sitio previamente desarrollado
- Estar en un radio de 800 metros de una zona residencial o colonia con una densidad media de 25 unidades por hectárea neta
- Estar en un radio de 800 metros de al menos 10 Servicios Básicos
- Tener acceso para peatones entre el edificio y los servicios.

Para proyectos con uso mixto, no se puede contabilizar más que un servicio dentro de los límites del proyecto que pueda contabilizarse como 1 de los 10 servicios básicos, asegurándose que esté abierto al público. Solamente 2 de los 10 servicios pueden anticiparse (es decir al menos 8 deben ser existentes y estar operando). Adicionalmente, para los servicios anticipados debe demostrarse que estarán operando en la localización indicada durante el primer año de ocupación del proyecto al que se le aplica.

Los Servicios Básicos incluyen, pero no están limitados a:

- |                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| ▪ Bancos                       | ▪ Centro de Mayores  |
| ▪ Lugar de Culto               | ▪ Parque             |
| ▪ Alimentación                 | ▪ Farmacia           |
| ▪ Guardería                    | ▪ Oficina de Correos |
| ▪ Servicios de Limpieza        | ▪ Restaurante        |
| ▪ Estación de Bomberos         | ▪ Colegio            |
| ▪ Peluquería y Estética        | ▪ Supermercado       |
| ▪ Ferretería                   | ▪ Teatro             |
| ▪ Lavandería                   | ▪ Centro Comunitario |
| ▪ Biblioteca                   | ▪ Gimnasio           |
| ▪ Centro Médico y Odontológico | ▪ Museo              |

La proximidad se determina dibujando un radio de 800 metros alrededor de la entrada principal del edificio en un plano del sitio y contando los servicios dentro de dicho radio.

### Crédito SS 3: Redesarrollo de Suelos Industriales Contaminados

#### Propósito:

Rehabilitar sitios dañados donde el desarrollo es complicado por contaminación medioambiental, reduciendo la presión sobre el terreno no desarrollado.

#### Requisitos:

##### Opción 1:

Desarrollar un sitio documentado como contaminado (por medio de la catalogación de la Secretaría del Medioambiente y Recursos Naturales o un Programa de Limpieza Voluntario local o regional)

##### Opción 2:

Desarrollar un sitio definido como suelo industrial contaminado por una agencia de un gobierno local o regional o estatal.

#### **Crédito SS 4.1: Transporte Alternativo: Acceso al Transporte Público.**

**Propósito:**

Reducir la contaminación y los impactos en el desarrollo del terreno debidos al uso del automóvil.

**Requisitos:**

Opción 1: Proximidad a una estación del metro

Localizar el edificio en un radio de 800 metros (distancia calculada desde la entrada de un edificio principal) de un tren de cercanías, tren ligero, tranvía o estación de metro ya existente o planificado y presupuestado.

Opción 2: Proximidad a una parada de autobuses.

Localizar el edificio en un radio de 400 metros (distancia calculada desde la entrada de un edificio principal) de una o más paradas para dos o más líneas de autobuses públicos o de las compañías utilizables por los ocupantes del edificio.

#### **Crédito SS 4.2: Transporte Alternativo: Almacén de Bicicletas y Vestuarios.**

**Propósito:**

Reducir la contaminación y los impactos en el desarrollo del terreno debido al uso del automóvil.

**Requisitos:**

Caso 1: Proyectos Comerciales o Institucionales.

Proporcionar donde estacionar bicicletas seguras y/o guardar bicicletas en un radio de 180 metros de una entrada del edificio para el 5% o más de todos los usuarios del edificio (medido en períodos punta).

Proporcionar regaderas y vestidores en el edificio, o en un radio de 180 metros de una entrada de edificio, para 0.5% del número de ocupantes Equivalentes a Tiempo Completo (ETC).

Caso 2: Proyectos residenciales.

Proporcionar servicio donde guardar bicicletas con seguridad cubierto para al menos 15% o más de los ocupantes del edificio.

### Crédito SS 4.3: Transporte Alternativo: Vehículos de Baja Emisión y Combustible Eficiente.

**Propósito:**

Reducir la Contaminación y los impactos en el desarrollo del terreno debidos al uso de automóvil.

**Requisitos:**

## Opción 1:

Proporcionar estacionamiento preferente para vehículos de baja emisión y combustible eficiente para el 5% de la capacidad total del estacionamiento del sitio. Proporcionar un descuento en las tarifas de estacionamiento es un sustituto aceptable para el estacionamiento preferente para vehículos de baja emisión y combustible eficiente. Para establecer un incentivo significativo dentro de todos los posibles mercados, la tarifa del estacionamiento debe ser reducida de al menos 20%. La tarifa reducida debe ser accesible para todos los usuarios (no limitado al número de usuarios equivalente al 5% de la capacidad de vehículos del estacionamiento), deberá estar expuesta publicamente a la entrada del área de estacionamiento y disponible por un mínimo de 2 años.

## Opción 2:

Instalar estaciones de servicio para combustibles alternativos para el 3% de la capacidad total de estacionamientos de vehículos del sitio (las estaciones de servicio para combustibles líquidos o gaseosos deben estar ventiladas por separado o localizadas en el exterior)

## Opción 3:

Proporcionar vehículos de baja emisión y combustible eficiente para el 3% de los ocupantes Equivalente a Tiempo Completo (ETC).

Proporcionar estacionamiento preferente para estos vehículos.

## Opción 4:

Proporcionar a los ocupantes del edificio acceso a un programa para compartir vehículos de baja emisión y combustible eficiente. Necesitará cumplir los siguientes requerimientos:

- Un vehículos de baja emisión y combustible eficiente debe ser proporcionado por cada 3% de los ocupantes Equivalente a Tiempo Completo (ETC), asumiendo que 1 el vehículo compartido puede transportar 8 personas (es decir, 1 vehículo por 267 ocupantes ETC). Para edificios con menos de 267 ocupantes al menos 1 vehículo debe ser proporcionado).
- Un contrato respecto a compartir los vehículos debe ser proporcionado con un arreglo por al menos 2 años.
- El número de usuarios estimados por vehículo que usan el servicio debe ser documentado.
- Una descripción narrativa debe explicar el programa para compartir vehículos, y su administración debe ser presentada.

- El estacionamiento para vehículos de baja emisión y combustible eficiente debe ser localizado en el espacio disponible más cercano, y en el área de estacionamiento más cercana disponible. Proporcionar un plano del sitio o mapa del área donde se indique claramente el camino del área de estacionamiento al sitio del proyecto donde se especifique la distancia.

#### Crédito SS 4.4: Transporte Alternativo: Capacidad de Estacionamiento

##### Propósito:

Reducir la contaminación y los impactos en el terreno debidos al uso de vehículos con un solo ocupante.

##### Requisitos:

Caso 1: Proyectos no residenciales.

##### Opción 1:

Dimensionar la capacidad de estacionamiento para cumplir, pero no exceder, los requisitos mínimos locales para la zona.

Proporcionar estacionamiento preferente a coches y camionetas con dos o más ocupantes para el 5% de los espacios de estacionamiento totales disponibles.

##### Opción 2:

Para edificios que proporcionan estacionamiento a menos del 5% de los ocupantes Equivalente a Tiempo Completo (ETC) del edificio:

Proporcionar estacionamiento preferente a coches y furgonetas con dos o más ocupantes, marcados como tales, para el 5% de los espacios de estacionamiento totales disponibles. Proporcionar un descuento en las tarifas de estacionamiento es un sustituto aceptable para el estacionamiento preferente para vehículos de baja emisión y combustible eficiente. Para establecer un incentivo significativo dentro de todos los posibles mercados, la tarifa del estacionamiento debe ser reducida de al menos 20%. La tarifa reducida debe ser accesible para todos los usuarios (no limitado al número de usuarios equivalente al 5% de la capacidad de vehículos del estacionamiento), deberá estar expuesta publicitariamente a la entrada del área de estacionamiento y disponible por un mínimo de 2 años.

##### Opción 3:

No proporcionar nuevos lugares de estacionamiento.

Caso 2: Proyectos residenciales

##### Opción 1:

Dimensionar la capacidad de estacionamiento para no exceder los requisitos mínimos locales de la zona.

Proporcionar infraestructura y programas de apoyo para facilitar el uso compartido de vehículos tales como áreas de parada de furgonetas con varios ocupantes, estacionamiento designado para coches con dos o más ocupantes, o servicio de coches compartidos, andenes de viajeros, y servicios de mini-buses hasta el transporte público.

Opción 2:

No proporcionar nuevo estacionamiento.

Caso 3: Proyectos de uso mixto (Comercial con residencial)

Opción 1:

Para edificios con uso mixto con menos del 10% del área comercial debe ser considerado como residencial and acatarse a los requerimientos residenciales del Caso 2. Para edificios de uso mixto con más de 10% del área comercial, los espacios comerciales debe cumplir los requerimientos del caso 1 y lo componentes residenciales deben cumplir los requerimientos residenciales del caso 2.

Opción 2:

No proporcionar nuevo estacionamiento.

### **Crédito SS 5.1: Desarrollo del Sitio: Proteger o Restaurar el Hábitat.**

#### **Propósito:**

Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proporcionar hábitat y promover la biodiversidad.

#### **Requisitos:**

Caso 1: Áreas verdes (sitios no contaminados)

Limitar toda la perturbación del sitio a:

- 12 metros a partir del perímetro del edificio;
- 3 metros a partir de la superficie de aceras, patios estacionamientos en superficies e instalaciones menores de 30.5 cm de diámetro;
- 4.5 metros a partir del bordillo de las vías principales y zanjas de los ramales de los servicios principales;
- 7.7 metros a partir de áreas construidas con superficies permeables (tales como áreas con pavimento permeables, instalaciones para la detención de escurrimientos y campos de juegos) que requieran áreas adicionales de colchón para limitar la compacidad en el área construida.

Caso 2: Sitios previamente desarrollados o terrenos nivelados.

Restaurar o proteger un mínimo del 50% del área del sitio (excluyendo la huella del edificio) o 20% del área total del sitio (incluyendo la huella del edificio) dependiendo de la que sea mayor, con vegetación autóctona o adaptada. Los edificios que obtengan el crédito SS 2: Densidad de Desarrollo y Conectividad de la Comunidad y usen superficies de cubiertas vegetadas pueden



aplicar la superficie de cubierta vegetada para este cálculo si las plantas responden a la definición de autóctonas/adaptadas.

### **Crédito SS 5.2: Desarrollo de Sitio: Maximizar el Espacio Abierto.**

#### **Propósito:**

Proporcionar un alto grado de espacio abierto en relación con el desarrollo de la huella con el fin de promover la biodiversidad.

#### **Requisitos:**

Caso 1: Sitios con requerimientos de zonificación locales de espacios abiertos

Reducir la huella del desarrollo y/o proporcionar espacios abiertos ajardinados dentro de los límites del proyecto para exceder los requisitos de espacios abiertos de la zonificación local de un 25%.

Caso 2: Sitios sin Requerimientos de zonificación locales de espacios abiertos

Disponer un área, adyacente al edificio de espacio abierto ajardinado que sea igual a la huella del edificio.

Caso 3: Sitio con ordenanza de zonificación pero sin requerimientos de espacios abiertos

Disponer un espacio abierto ajardinado igual al 20% del área de la huella total del edificio.

Todos los casos:

Para edificios en zonas urbanas que obtengan el crédito SS 2: Densidad de Desarrollo y Conectividad con la Comunidad, las áreas de cubierta vegetada pueden contribuir al cumplimiento del crédito.

Para edificios en zonas urbanas que obtengan el crédito SS 2: Densidad de Desarrollo y Conectividad con la Comunidad, las áreas con jardinería no vegetal que favorezcan el uso peatonal pueden contribuir al cumplimiento del crédito. Para tales edificios, se debe ajardinar con vegetales un mínimo del 25% del espacio abierto.

Los humedales o estanques naturales se pueden considerar espacios abiertos si el gradiente de las orillas tiene una media de 1:4 (vertical: horizontal) o menos y están vegetadas.

### **Crédito SS 6.1: Diseño de Esguimientos: Control de Cantidad.**

#### **Propósito:**

Limitar la perturbación de la hidrología de los cursos naturales de agua reduciendo la cubierta impermeable, incrementando la infiltración in-situ, reduciendo o eliminando la contaminación procedente del flujo del escurrimiento, y eliminando contaminantes.

**Requerimientos:**

Caso 1: Sitios con impermeabilidad existente menor o igual al 50% (Sitios en su mayoría no desarrollados)

**Opción 1:**

Implementar un plan de gestión de escurrimiento que prevenga que el caudal y el volumen punta del post-desarrollo exceda el caudal y el volumen punta del pre-desarrollo para la tormenta de cálculo de 24 horas con periodo de retorno de una y de dos años.

**Opción 2:**

Implementar un plan de gestión de escurrimiento que proteja los canales receptores de las corrientes de una excesiva erosión implementando una estrategia de protección de los canales receptores de las corrientes y unas estrategias de control de volumen.

Caso 2: Sitios con impermeabilidad existente mayor al 50% (Sitios en su mayoría desarrollados)

Implementar un plan de gestión de escurrimiento que dé como resultado una disminución del 25% del volumen de escurrimiento para la precipitación en 24 horas con periodo de retorno de dos años.

**Crédito SS 6.2: Diseño de Escurrimiento: Control de Calidad.****Propósito:**

Limitar la perturbación y la contaminación de flujos naturales de agua gestionando el exceso de escurrimientos.

**Requisitos:**

Implementar un plan de gestión de escurrimientos que reduzca la cubierta impermeable, promueva la infiltración, y capture y trate el exceso de escurrimiento procedente del 90% de las precipitaciones medias anuales usando la Mejores Prácticas de Gestión (MPG) aceptables.

Las MPG usadas para tratar los escurrimientos deben ser capaces de eliminar el 80% de la media anual post-desarrollo de la carga de Sólidos Totales Suspendedos (STS) basada en informes de seguimiento existentes. Se consideran las MPG para cumplir estos criterios si:

- Están diseñadas de acuerdo con las normas y especificaciones procedentes de un programa local o regional o que han adoptado estos estándares de eficiencia.

O

- Existen datos de campo del seguimiento de la eficiencia demostrando el cumplimiento de los criterios. Los datos deben adecuarse a protocolos aceptados por el Consejo para el seguimiento de las MPG.

### Crédito SS 7.1: Efecto Isla de Calor: No- Azotea

**Propósito:**

Reducir las islas de Calor (diferencia de gradiente térmico entre áreas desarrolladas y no desarrolladas) para minimizar el impacto en el microclima y el hábitat humano y de la vida salvaje.

**Requisitos:**

## Opción 1:

Usar cualquier combinación de las siguientes estrategias para el 50% de los elementos sólidos (incluyendo carreteras, aceras, patios y estacionamientos):

- Proporcionar sombra proveniente de los arboles existentes o con una instalación de jardinería dentro de los 5 años desde la ocupación. La jardinería (arboles) deben estar en su lugar en el momento de la ocupación).
- Proporcionar sombra proveniente de estructuras recubiertas con paneles solares que producen energía usada para remplazar algún sistema que use energía no renovable.
- Proporcionar sombra proveniente de una estructura arquitectónica que tenga un Índice de Reflectancia Solar (IRS) de al menos 29.
- Usar materiales de pavimentación con un Índice de Reflectancia Solar (IRS) de al menos 29.
- Usar un sistema de pavimentación de rejilla abierta (al menos 50% del área)

O

## Opción 2:

Colocar un mínimo del 50% de los espacios de estacionamiento bajo una cubierta (definidos como subterráneos, debajo de una estructura de sombra, debajo de una cubierta o debajo de un edificio). Cualquier tipo de techado usado para dar sombra o cubrir estacionamientos deberá tener un IRS de al menos 29, ser una azotea verde vegetada o estar cubierto con paneles solares que producen energía usada para remplazar algún sistema que use energía no renovable.

### Crédito SS 7.2: Efecto Isla de Calor: Azotea

**Propósito:**

Reducir las islas de calor para minimizar el impacto en el microclima y el hábitat humano y de la vida salvaje.

**Requisitos:**

## Opción 1:

Usar materiales para azoteas con un Índice de Reflectancia Solar (IRS) igual o mayor que los valores de la tabla que figura a continuación para un mínimo del 75% de la superficie cubierta.

Materiales para azotea que tengan valores del IRS menores a los enlistados a continuación pueden ser usados si el IRS calculado para las azoteas cumple los siguientes criterios:

$$\frac{\text{Area de azotea que cumple el IRS mínimo}}{\text{Area Total de Azotea}} \times \frac{\text{IRS de Azotea Instalada}}{\text{IRS requerido}} \geq 75\%$$

Tipo de Azotea	Pendiente	IRS
Azotea de Pendiente Baja	≤ 2:12	78
Azotea de Pendiente Alta	> 2:12	29

O

Opción 2:

Instalar una cubierta vegetal para al menos el 50% del área del tejado.

O

Opción 3:

Instalar superficies de cubierta de alto albedo y vegetal que, combinadas, cumplan los siguientes criterios:

$$\frac{\text{Area de azotea que cumple el IRS mínimo}}{0.75} \times \frac{\text{Area vegetada en azotea}}{0.5} \geq \text{Área total de azotea}$$

Tipo de Azotea	Pendiente	IRS
Azotea de Pendiente Baja	≤ 2:12	78
Azotea de Pendiente Alta	> 2:12	29

### Crédito SS 8: Reducción de la Contaminación Lumínica

#### Propósito:

Minimizar la luz que traspasa el límite del edificio y del sitio, reducir el resplandor del cielo para incrementar el acceso a la visión del cielo nocturno, mejorar la visibilidad nocturna a través de la reducción del deslumbramiento, y reducir el impacto en el entorno nocturno.

#### Requisitos:

*Para iluminación interior*

Opción 1:

Reducir los interruptores manuales con sistemas automatizados, en toda la iluminación interior de no-emergencia con una salida de luz al exterior a través de la envolvente (traslucida o transparente) por al menos el 50% entre las 23 y las 5 horas. Proporcionar capacidad manual para anularlo por no más de 30 min en las horas fuera del horario de trabajo.

Opción 2:

Todas las aberturas de la envolvente (traslucidas o transparentes) donde la iluminación interior de no-emergencia tiene una salida de luz al exterior deben tener un escudo (que se cierre o se controle automáticamente que resulten en una transmisión de luz menor al 10% entre las 23 y 5 hrs).

*Para iluminación exterior*

Sólo áreas con iluminación como se requiera para seguridad y confort. No exceder el 80% de las densidades de intensidad de iluminación para las áreas exteriores y el 50% para las fachadas y elementos de la jardinería tal como se definen en la Norma ANSI/ASHRAE/IESNA Estándar 90.1-2007.

Todos los edificios se clasificarán bajo una de las zonas siguientes, como define el IESNA RP-33, y seguirán todos los requisitos para dicha zona específica:

LZ1: Oscuro (parques y medios rurales).

Diseñar la iluminación del exterior de forma que todas las luminarias montadas del sitio y el edificio produzcan un valor de iluminación inicial máximo no mayor de 0.01 horizontal y vertical en el límite del sitio y fuera de dicho límite. Documentar que el 0% de los lúmenes totales iniciales de la instalación diseñada se emiten en un ángulo de 90 grados o mayor respecto al nadir (hacia abajo).

LZ2: Bajo (Áreas residenciales)

Diseñar la iluminación del exterior de forma que todas las luminarias montadas del sitio y el edificio produzcan un valor de iluminación inicial máximo no mayor de 0.10 horizontal y vertical en el límite del sitio y fuera de dicho límite. Documentar que no más del 2% de los lúmenes totales iniciales de la instalación diseñada se emiten en un ángulo de 90 grados o mayor respecto al nadir (hacia abajo).

LZ3: Medio (Comercial/Industrial, Residencial de Alta Densidad)

Diseñar la iluminación del exterior de forma que todas las luminarias montadas del sitio y el edificio produzcan un valor de iluminación inicial máximo no mayor de 0.20 horizontal y vertical en el límite del sitio y fuera de dicho límite. Documentar que no más del 5% de los lúmenes totales iniciales de la instalación diseñada se emiten en un ángulo de 90 grados o mayor respecto al nadir (hacia abajo).

LZ4: Alto (Centros Principales de la Ciudad con gran actividad comercial)

Diseñar la iluminación del exterior de forma que todas las luminarias montadas del sitio y el edificio produzcan un valor de iluminación inicial máximo no mayor de 0.60 horizontal y vertical en

el límite del sitio y no mayor de 0.01 horizontal 4.5 metros más allá del límite del sitio. Documentar que no más del 10% de los lúmenes totales iniciales de la instalación diseñada se emiten en un ángulo de 90 grados o mayor respecto al nadir (hacia abajo).

Para todas las zonas:

Para límites de la parcela que lindan con servidumbres de paso públicas, los requisitos de traspaso de luz pueden cumplirse con relación al límite del bordillo en lugar del límite del sitio.

## Eficiencia en Agua (WE por sus siglas en inglés)

### Prerrequisito WE 1: Reducción del Uso de Agua

#### Propósito:

Maximizar la eficiencia en agua en los edificios para reducir la carga del suministro municipal de agua potable y los sistemas de agua residuales.

#### Requisitos:

Emplear estrategias que en conjunto usen el 20% menos de agua que el uso de líneas base calculada para el edificio (sin incluir el riesgo).

Los cálculos se basan en las especificaciones según el uso comercial u/o residencial definidas a continuación.

Los cálculos se basan en el uso estimado por parte de los ocupantes e incluirán solo las siguientes instalaciones (las que apliquen en el proyecto): sanitarios, urinarios, grifos de lavabo, duchas, fregaderos de cocina y válvulas de pre-lavado.

Instalaciones de uso comercial	Especificaciones base
Sanitarios comerciales	1.6 galones por uso Excepto para sanitarios Blow-out
Urinarios comerciales	1.0 galones por uso
Grifos de lavabos (sanitarios)	1.2 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada, únicamente para uso privado (hotel, motel, cuarto de pacientes en hospitales) 0.5 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada, en otras aplicaciones privadas 0.25 galones por ciclo en grifos de medición.
Válvulas de pre-lavado (para servicios de comida)	Caudal $\leq$ 1.6 galones por minuto. (sin presión especificada; sin requisito de desempeño)

Instalaciones de uso residencial	Especificaciones base (IS)	Especificaciones base (SM)
Sanitarios residenciales	1.6 galones por uso	6 litros por uso
Grifos de lavabos (sanitarios)	2.2 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada	8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>
Grifos de fregaderos en cocinas	2.2 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada	8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup>
Duchas residenciales	2.5 galones por minuto a 80 libras por pulgada cuadrada por ducha instalada	9.5 litros por minuto a 5.63 kg/cm <sup>2</sup> por ducha instalada

Las siguientes instalaciones, muebles y accesorios están fuera del alcance de la reducción del uso de agua para los cálculos:

- Estufas de vapor de uso comercial
- Lavaplatos de uso comercial
- Dispensadoras de hielo automáticas de uso comercial
- Lavadoras de ropa residenciales
- Lavaplatos estándares y compactos de uso residencial.

### Crédito WE 1: Eficiencia del Agua en Jardinería

#### Propósitos:

Limitar o eliminar el uso de agua potable, u otros recursos hídricos naturales disponibles de agua superficial o subterránea en o cerca del sitio del proyecto, para el riego de los jardines.

#### Requerimientos:

Opción 1: Reducción al 50% (2 puntos)

Reducir el consumo de agua potable para riego un 50% respecto a un caso calculado en función de la línea base para mediados del verano.

Las reducciones se atribuirán a una combinación de los siguientes puntos:

- Especies de las plantas, densidad y factor del microclima
- Eficiencia del riego
- Uso del agua pluvial recolectada
- Uso de aguas residuales recicladas
- Uso de agua tratada y transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables.

El agua subterránea que se bombea fuera de las losas de construcción y las cimentaciones de los edificios vecinos inmediatos, puede ser utilizada para riego de jardines para cumplir con este



crédito. Sin embargo, se debe demostrar que por hacer esto no afecte el manejo de sistemas de erosión de sedimentos en el terreno.

Opción 2: No usar agua potable o regar.

Cumplir los requerimientos de la Opción 1.

Vía 1: Solo usar agua pluvial recolectada, agua residual reciclada, aguas grises recicladas o agua tratada y transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables.

Vía 2: Instalar una jardinería que no requiera sistemas permanentes de riego. Los sistemas temporales de riego usados para la primera plantación están permitidos sólo si se elimina al año de la instalación de la jardinería.

### Crédito WE 2: Tecnologías Innovadoras en Aguas Residuales.

#### Propósito:

Reducir la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable, mientras se incrementa la recarga del acuífero local.

#### Requisitos:

Opción 1:

Reducir el uso de agua potable durante el transporte de las aguas residuales del edificio un 50% a través del uso de muebles de bajo consumo (sanitario, urinario) o agua no-potable (agua pluvial recolectada, aguas grises recicladas, y aguas residuales tratadas in-situ o por el municipio).

Opción 2:

Tratar el 50% de las aguas residuales in-situ según normas terciarias. El agua tratada debe ser infiltrada o usada in-situ.

### Crédito WE 3: Reducción del Uso de Agua.

#### Propósito:

Maximizar la eficiencia en agua en los edificios para reducir la carga del suministro municipal de agua potable y los sistemas de aguas residuales.

#### Requisitos:

Emplear estrategias que en conjunto usen menos agua que el uso de línea base calculado para el edificio (sin incluir riego).

El porcentaje mínimo de ahorro de agua para obtener cada punto son los siguientes:

Porcentaje de reducción	Puntos
30%	2
35%	3
40%	4

Los cálculos se basan en las especificaciones según el uso comercial u/o residencial definidas a continuación. Los cálculos se basan en el uso estimado por parte de los ocupantes e incluirán solo las siguientes instalaciones (las que apliquen en el proyecto): sanitarios, urinarios, grifos de lavabo, duchas, fregaderos de cocina y válvulas de pre-lavado.

Instalaciones de uso comercial	Especificaciones base
Sanitarios comerciales	1.6 galones por uso Excepto para sanitarios Blow-out
Urinarios comerciales	2.0 galones por uso
Grifos de lavabos (sanitarios)	1.2 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada, únicamente para uso privado (hotel, motel, cuarto de pacientes en hospitales) 0.5 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada, en otras aplicaciones privadas 0.25 galones por ciclo en grifos de medición.
Válvulas de pre-lavado (para servicios de comida)	Caudal $\leq$ 1.6 galones por minuto. (sin presión especificada; sin requisito de desempeño)

Instalaciones de uso residencial	Especificaciones base
Sanitarios residenciales	1.6 galones por uso
Grifos de lavabos (sanitarios)	2.2 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada
Grifos de fregaderos en cocinas	2.2 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada
Duchas residenciales	2.5 galones por minuto a 60 libras por pulgada cuadrada por ducha instalada

Las siguientes instalaciones, muebles y accesorios están fuera del alcance de la reducción del uso de agua para los cálculos:

- Estufas de vapor de uso comercial
- Lavaplatos de uso comercial
- Dispensadoras de hielo automáticas de uso comercial

- Lavadoras de ropa residenciales
- Lavaplatos estándares y compactos de uso residencial.

## Energía y Atmósfera

### Prerrequisito EA 1: Supervisión Fundamental del Sistema de Energía del Edificio.

#### Propósito:

Verificar que los sistemas del edificio relacionados con la energía se han instalados, calibrados y tienen la eficiencia adecuada según los requisitos del dueño para el edificio, las bases del diseño del proyecto y los documentos de construcción.

Los beneficios de la supervisión de incluyen el uso reducido de energía, menores costos de operación, disminución de las llamadas para cumplir el periodo de garantía al contratista, mejor documentación del edificio, mejorar la productividad de los ocupantes, y verificación de que los sistemas tienen la eficiencia adecuada según los requisitos del dueño para el edificio.

#### Requisito:

El equipo proyectista debe de completar las siguientes del proceso de supervisión:

- Designar una persona como el Autoridad en Supervisión (CxA, por sus siglas en inglés) para dirigir, revisar y supervisar la finalización de las actividades del proceso de supervisión.
  - El CxA debe documentar que tiene experiencia como autoridad supervisora en al menos 2 proyectos de edificación.
  - La persona que trabaje como CxA será independiente del diseño del proyecto y la administración de la constructora, aunque el CxA puede ser empleado de firmas que proporcionen dichos servicios. El CxA puede ser un empleado o consultor calificado del dueño.
  - El CxA debe informar de los resultados, averiguaciones y recomendaciones directamente al dueño.
  - Para proyectos menores de 4500m<sup>2</sup> brutos, el CxA puede ser una persona calificada de los equipos de proyecto o construcción que tengan la experiencia requerida.
- El dueño debe documentar los requisitos del proyecto del dueño. El equipo de diseño debe desarrollar el diseño básico. El CxA debe revisar estos documentos para conseguir que sean claros y estén completos. El dueño y el equipo de diseño debe ser responsable de las actualizaciones sus respectivos documentos.
- Desarrollar e incorporar los requisitos de la supervisión en los documentos de construcción.
- Verificar la instalación y la eficiencia de los sistemas para que puedan ser recibidos adecuadamente.
- Completar un informe resumen de supervisión.

Sistemas supervisados

Las actividades del proceso de supervisión se deben complementar, como mínimo, para los siguientes sistemas relacionados con la energía.

- Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC&R) (mecánicos y pasivos) y sus controles asociados.
- Controles de iluminación y luz natural.
- Sistema de agua caliente doméstica.
- Sistemas de energía renovable (eólica, solar, etc.)

## Prerrequisito EA 2: Mínima Eficiencia Energética.

### Propósito:

Establecer el mínimo nivel de eficiencia energética para el edificio propuesto y los sistemas para reducir el impacto ambiental y económico asociado con el uso excesivo de energía.

### Requisitos:

#### Opción 1: Simulación Energética del Edificio Completo

Demostrar un 10% de mejora en la tasa de eficiencia propuesta para un edificio nuevo, o 5% de mejora en la tasa de eficiencia propuesta para un edificio en remodelaciones mayores, en comparación con la línea base de la tasa de eficiencia del edificio.

Calcular la línea base de la tasa de eficiencia del edificio según el método en el Apéndice G del ANSI/ASHRAE/IESNA de la norma 90.1-2007 usando una simulación por computación para todo el edificio del proyecto.

En el Apéndice G de la norma 90.1-2007 requiere que el método de análisis de energía de la tasa de eficiencia del edificio incluya todos los costos de energía asociados con la construcción del proyecto. Para obtener puntos usando este crédito, el diseño propuesto debe cumplir los siguientes criterios:

- Cumplir las cláusulas obligatorias (secciones 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 y 10.4,) de la norma 90.1-2007 (con errata, sin enmienda).
- Debe incluir todos los costos energéticos propios y asociados con el proyecto del edificio.
- Debe ser comparado con el edificio de línea base que cumpla con la Norma 90.1-2007 (con errata y sin enmienda). Los costos energéticos por defecto deben ser 25% de los costos totales de energía del edificio de línea base. Para edificios donde los costos energéticos de procesos son menores del 25% del costo energético del edificio de línea base, los documentos remitidos a LEED deben incluir documentación de apoyo sustanciando que las necesidades de energía para los procesos son apropiados.

Para el propósito de este análisis se considera que la energía de los procesos incluye, pero no se limita a oficinas y equipos diversos en general, computadoras, elevadores y escaleras automáticas, cocinas donde se cocina y se enfrían, lavandería con lavadoras y secadoras, iluminación eléctrica

no conectada a los sistemas generales (ej., la iluminación integral de un equipo médico) y otros (ej, bombas de caída de agua).

La energía regulada (no ligada a procesos productivos) incluye iluminación eléctrica (para el interior, zona de estacionamiento interior y exterior, fachada, o en terrenos del edificio), calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) (para calefacción, enfriamiento, ventiladores, bombas, extractores de sanitarios, ventilación en estacionamientos subterráneos, extractores de cocina, etc.) y servicios de calefacción de agua para uso domestico o para calentamiento de áreas.

La carga de procesos debe ser idéntica tanto para la línea base de medición de la eficiencia del edificio como para la medición de la eficiencia propuesta para el edificio. Sin embargo, los equipos del proyecto puedes seguir el método excepcional de cálculo (ANSI/ASHRAE/IESNA Norma 90.1-2007 G2.5) para documentar las medidas que reducen las cargas del proceso. La documentación de los ahorros de energía en la carga de los procesos debe incluir una lista de los supuestos hechos tanto para le diseño básico y el propuesto e información teórica y empírica que apoye estos supuestos.

Opción 2: Vía de Cumplimiento Normativo: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía.

Cumplir con las normas medidas según el ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía apropiadas para el alcance del proyecto, especificadas a continuación. Los equipos de proyecto deben cumplir con todos los criterios aplicables como establece el ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para la zona climática en la que se localiza el edificio.

Vía 1: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para Edificios de Oficinas Pequeños 2004.

El edificio debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 1800 m<sup>2</sup>.
- Deben ser ocupados como oficinas

Vía 2: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para Edificios de Comercio Pequeños 2006.

El edificio debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 1800 m<sup>2</sup>.
- Deben ser ocupados como comercio

Vía 3: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para Edificios de Deposito y Almacenes Pequeños 2008.

El edificio debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 4600 m<sup>2</sup>.
- Deben ser ocupados como depósito o almacén.

Opción 3: Vía de Cumplimiento Normativo: Guía Avanzada Rendimiento de Envoltentes en Edificios.

Cumplir con las normas medidas especificadas en la Guía Avanzada Rendimiento de Envolventes en Edificios desarrollada por el Instituto del Edificio Nuevo. El edificio debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 9300 m<sup>2</sup>.
- Cumplir la Sección 1: Estrategias del Proceso de Diseño, y la sección 2: Requerimientos del Rendimiento de la Envolvente.
- Los proyectos de oficinas, escuelas, lugares públicos y de comercio que tengan menos de 9300 m<sup>2</sup> deben cumplir con las secciones 1 y 2 del la Guía de Rendimiento de Envolvente.
- Los demás tipos de proyectos que tengan menos de 9300 m<sup>2</sup> deben implementar los requerimientos básicos de la Guía de Rendimiento de Envolvente.
- Los proyectos de hospitales, almacenes y laboratorios no son elegibles para esta vía.

### **Prerrequisito EA 3: Gestión Fundamental de Refrigerantes.**

#### **Propósito:**

Reducir el agotamiento de ozono estratosférico.

#### **Requerimientos:**

No utilizar refrigerantes a base de Clorofluorcarbono (CFC) en los nuevos sistemas básicos de calentamiento, ventilación, aire acondicionado y refrigeración del edificio. Cuando se reutilicen equipos básicos de HVAC en el edificio, completar una amplia conversión gradual de los sistemas a otros sin CFC previa a la finalización del proyecto. Los planes graduales que se extienden más allá de la fecha de finalización del proyecto se considerarán según sus propios meritos.

### **Crédito EA 1: Optimización de la Eficiencia Energética.**

#### **Propósito:**

Conseguir un incremento en los niveles de eficiencia energética por encima de la línea base de la norma del prerrequisito para reducir los impactos económicos y ambientales asociados con el uso excesivo de energía.

#### **Requisitos:**

Seleccionar una de las tres opciones de cumplimiento descritas a continuación. Se asume que los equipos del proyecto que documentan los logros usando cualquiera de las tres opciones ya cumplen con el prerrequisito EA2: Mínima Eficiencia Energética.

Opción 1: Simulación energética del edificio completo.

Demostrar un porcentaje de mejora en la tasa de eficiencia propuesta para el edificio en comparación con la línea base de la tasa de eficiencia del edificio. Calcular la línea base de la tasa de eficiencia del edificio según la norma ANSI/ASHRAE/IESNA Norma 90.1-2007 (con erratas sin

enmienda) usando un modelo de simulación por computadora de todo el proyecto del edificio. El porcentaje mínimo de ahorro en costos energía para cada umbral de puntos es el siguiente:

Porcentaje	Puntos
12 %	1
14 %	2
16 %	3
18 %	4
20 %	5
22 %	6
24 %	7
26 %	8
28 %	9
30 %	10
32 %	11
34 %	12
36 %	13
38 %	14
40 %	15
42 %	16
44 %	17
46 %	18
48 %	19

El apéndice G de la Norma 90.1-2007 requiere que el análisis energético realizado para el método de tasación de la eficiencia energética incluya todos los costos de energía asociados con el proyecto del edificio. Para obtener los puntos usando este crédito, el diseño propuesto debe seguir los siguientes criterios:

- Cumplir con las cláusulas obligatorias (Sección 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 y 10.4) según la Norma 90.1-2007 (con errata pero sin enmienda)
- Incluir todos los costos energéticos propios y asociados con la construcción del proyecto.
- Comparar con la línea base del edificio que cumpla con el apéndice G de la Norma 90.1-2007. Los costos energéticos del proceso son el 25% de los costos totales de la energía del edificio de



línea base. Para edificios donde los costos energéticos de los procesos son menores del 25% del costo energético de línea base, los documentos remitidos a LEED deben incluir documentación de apoyo sustanciando que la necesidades de energía para los procesos son apropiadas.

Para el propósito de este análisis, se considera que la energía de los procesos incluye, pero no se limita a, oficinas y equipos diversos en general, computadoras, elevadores y escaleras eléctricas, refrigeración y uso de cocina, lavadora y secadora, iluminación eléctrica no conectada a los sistemas generales (ej. La iluminación integral de un equipo médico) y otros (bombas de fuentes, etc.)

La energía regulada (no ligada a procesos productivos) incluye iluminación (interior, estacionamientos subterráneos, superficie de estacionamiento, fachada o zona exterior del edificio, etc. Excepto lo incluido anteriormente), calentamiento, ventilación y aire acondicionado (HVAC) (ej. Calentamiento de los espacios, enfriamiento de los espacios, ventiladores, bombas, extractores de baños, ventilación de estacionamientos subterráneos, campanas de extracción en cocinas, etc.) y servicios de calentamiento de agua para uso domestico o para calefacción.

Para este crédito, las cargas de los procesos deben ser idénticas tanto para la línea base de medición de la eficiencia del edificio como para la medición de la eficiencia propuesta para el edificio. Sin embargo, los equipos del proyecto pueden seguir el Método Excepcional de Calculo (ANSI/ASHRAE/IESNA Norma 90.1-2007 G2.5) para documentar las medidas que reducen las cargas del proceso. La documentación de los ahorros de energía de carga de los procesos debe incluir una lista de los supuestos hechos tanto para el diseño básico y el propuesto e información teórica y empírica que apoye a estos supuestos.

Opción 2: Vía de Cumplimiento Normativo: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía. (1 punto)

Cumplir con las normas medidas según el ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía apropiadas para el alcance del proyecto, especificadas a continuación. Los equipos de proyecto deben cumplir con todos los criterios aplicables como establece el ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para la zona climática en la que se localiza el edificio.

Vía 1: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para Edificios de Oficinas Pequeños 2004.

El edificio debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 1800 m<sup>2</sup>.
- Deben ser ocupados como oficinas

Vía 2: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para Edificios de Comercio Pequeños 2006.

El edificio debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 1800 m<sup>2</sup>.

- Deben ser ocupados como comercio

Vía 3: ASHRAE Guía Avanzada de Diseño de Energía para Edificios de Deposito y Almacenes Pequeños 2008.

El edificio debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 4600 m<sup>2</sup>.
- Deben ser ocupados como depósito o almacén.

Opción 3: Vía de Cumplimiento Normativo: Guía Avanzada Rendimiento de Envoltentes en Edificios. (1-3 puntos)

Cumplir con las normas medidas especificadas en la Guía Avanzada Rendimiento de Envoltentes en Edificios desarrollada por el Instituto del Edificio Nuevo. El edificio debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Tener menos de 9300 m<sup>2</sup>.
- Cumplir la Sección 1: Estrategias del Proceso de Diseño, y la sección 2: Requerimientos del Rendimiento de la Envoltente.
- Los proyectos de oficinas, escuelas, lugares públicos y de comercio que tengan menos de 9300 m<sup>2</sup> deben cumplir con las secciones 1 y 2 del la Guía de Rendimiento de Envoltente.
- Los demás tipos de proyectos que tengan menos de 9300 m<sup>2</sup> deben implementar los requerimientos básicos de la Guía de Rendimiento de Envoltente.
- Los proyectos de hospitales, almacenes y laboratorios no son elegibles para esta vía.

Los puntos se obtendrán para la opción 3 (1 punto):

- Está disponible 1 punto para todos los proyectos (oficinas, escuelas, lugares públicos y proyectos comerciales) con menos de 9300 m<sup>2</sup> que cumplan con la Sección 1 y 2 de la Guía de Rendimiento en Envoltentes.
- Hasta 2 puntos adicionales están disponibles para los proyectos que implementen estrategias de rendimiento enlistadas en la Sección 3: Rendimiento mejorado. Por cada 3 estrategias implementadas se dispondrá de 1 punto.
- Las siguientes estrategias dirigidas por otros aspectos del sistema LEED, no son elegibles para sumar puntos bajo este crédito:
  - 3.1- Techos fríos
  - 3.8- Ventilación nocturna
  - 3.13- Supervisión adicional

## Crédito EA 2: Energía Renovable In-Situ.

### Propósito:

Favorecer y reconocer el incremento de niveles de auto-suministro de energía renovable in-situ para reducir los impactos ambientales y económicos asociados con el uso de energía obtenida de combustibles fósiles.

**Requerimientos:**

Usar sistemas de energía renovable in-situ para compensar los costos energéticos en el edificio. Calcular la eficiencia del proyecto expresando la energía producida por los sistemas renovables como un porcentaje de los costos anuales de energía usando la tabla que figura a continuación para determinar el número de puntos conseguidos.

Usar los costos anuales de energía calculado en el crédito EA 1: Optimización de Eficiencia Energética o usar los datos la Encuesta de Consumo Energético de Edificios Comerciales del Departamento de Energía de los Estados Unidos para determinar el uso estimado de electricidad.

El porcentaje mínimo de energía renovable para cada umbral de puntos es el siguiente:

Porcentaje de Energía Renovable	Puntos
1 %	1
3 %	2
5 %	3
7 %	4
9 %	5
11 %	6
13 %	7

**Crédito EA 3: Supervisión Mejorada.****Propósitos:**

Comenzar el proceso de supervisión temprano durante el proceso de diseño y ejecutar actividades adicionales después de que se ha completado la verificación de la eficiencia de los sistemas.

**Requisitos:**

Implementar, o disponer de un contrato en lugar para implementar, las siguientes actividades adicionales de los procesos de recepción además de los requisitos del Prerrequisito EA 1: Supervisión Fundamental del Sistema de Energía del Edificio y en concordancia con el LEED Guía de Referencia para el Diseño y la Construcción de Edificios Verdes, Edición 2009:

- Previamente al comienzo de la fase de documentación de la construcción, designar una Autoridad de Supervisión (CxA, por sus siglas en inglés) independiente para liderar, revisar y supervisar la finalización de todas las actividades del proceso de supervisión.
  - El CxA debe documentar que tiene experiencia como autoridad supervisora en al menos 2 proyectos de edificación.
  - La persona que trabaje como CxA
    - Debe ser independiente del trabajo de diseño y construcción.

- No puede ser empleado de la firma del proyecto aunque el CxA puede ser contratado a través de ellos.
- No puede ser un empleado de, ni estará contratado a través de, un contratista o administrador de obra que mantenga contratos de construcción con el propietario.
- Puede ser un empleado o consultor calificado del dueño.
- El CxA debe informar de los resultados, averiguaciones y recomendaciones directamente al dueño.
- El CxA debe llevar a cabo como mínimo, una supervisión de la revisión del diseño de los requerimientos básicos de diseño del dueño, y los documentos del proyecto previos a la fase de documentación a media construcción y debe re-comprobar los comentarios de la revisión en las presentaciones subsiguientes del proyecto.
- El CxA debe revisar la documentación remitida por los contratistas aplicables a los sistemas que se están supervisando para cumplir los requisitos del proyecto del dueño y del diseño básico. Esta revisión debe concordar con las revisiones de los arquitectos o ingenieros por separado, y ser entregadas las equipo de diseño y al dueño.
- El CxA o algún otro miembro del equipo del proyecto debe desarrollar un manual que proporcione al futuro personal de operación y mantenimiento la información necesaria para operar óptimamente los sistemas energéticos del edificio entregados.
- El CxA o algún otro miembro del equipo del proyecto debe verificar que se completen los requisitos para la formación del personal de operación y mantenimiento y de los ocupantes del edificio.

El CxA debe estar involucrado en la revisión de la operación del edificio junto con el personal de operación y mantenimiento y los ocupantes durante 10 meses después de la conclusión de la parte principal del edificio. Un plan para resolver problemas de supervisión extraordinarios debe ser incluido.

#### **Crédito EA 4: Gestión Mejorada de los Refrigerantes.**

##### **Propósitos:**

Reducir el agotamiento de ozono y apoyar el cumplimiento temprano de Protocolo de Montreal mientras se minimiza las contribuciones directas al calentamiento mundial.

##### **Requerimientos:**

Opción 1:

No usar refrigerantes.

Opción 2:

Seleccionar refrigerantes y sistemas de calentamiento, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC&R) que minimicen o eliminen la emisión de componentes que contribuyen al agotamiento del ozono y el cambio climático. El equipo básico de HVAC&R debe cumplir con la

siguiente fórmula, que establece un umbral máximo para las contribuciones combinadas del agotamiento del ozono y el potencial de calentamiento global.

Las unidades pequeñas de HVAC (definidas por contener menos de 0.227 kg de refrigerante) y otros equipos, como refrigeradores domésticos, enfriadores de agua pequeños y cualquier otro equipo de enfriador que contenga menos de 0.227 kg de refrigerante, no se consideran como parte de los sistemas bases del edificio y no son sujetos a los requisitos de este crédito.

No operar o instalar sistemas de extinción de incendios que contenga sustancias que provoquen la disminución del ozono como CFCs, hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) o Halones.

### **Crédito EA 5: Medición y Verificación.**

#### **Propósito:**

Proporcionar medios para la continua contabilidad del consumo de energía del edificio a través del tiempo.

#### **Requerimientos:**

##### Opción 1:

Desarrollar e implementar un plan de medición y verificación (M&V) consistente con la opción D: Simulación calibrada (Método 2 de Estimación de Ahorro) como se especifica en el Protocolo Internacional de Medición y Verificación de la Eficiencia (IPMVP) Volumen III: Conceptos y Opciones para Determinar los Ahorros de Energía en las Construcciones Nuevas, Abril, 2003.

El periodo de M&V cubrirá al menos 1 año de la ocupación posterior a la construcción.

Proveer un proceso para realizar acciones correctivas en caso de que los resultados del plan M&V indiquen que los ahorros de energía no están siendo alcanzados.

##### Opción 2:

Desarrollar e implementar un plan de medición y verificación (M&V) consistente con la opción B: Aislamiento de las Medidas de Conservación de Energía como se especifica en el Protocolo Internacional de Medición y Verificación de la Eficiencia (IPMVP) Volumen III: Conceptos y Opciones para Determinar los Ahorros de Energía en las Construcciones Nuevas, Abril, 2003.

El periodo de M&V cubrirá al menos 1 año de la ocupación posterior a la construcción.

Proveer un proceso para realizar acciones correctivas en caso de que los resultados del plan M&V indiquen que los ahorros de energía no están siendo alcanzados.

## Crédito EA 6: Energía Verde.

### Propósito:

Favorecer el desarrollo y uso de tecnología de energía renovable con fuente en la red eléctrica en base a conseguir contaminación cero en la red.

### Requisitos:

Firmar un contrato de al menos 2 años de suministro de energía renovable que proporcione al menos 35% de la electricidad del edificio a partir de fuentes renovables, definidas por los requerimientos de certificación del producto de Energía Verde del Centro de Soluciones para Recursos.

Todas las compras de energía verde deben ser basadas en la cantidad de energía consumida y no en el costo.

Opción 1: Determinar la línea base del uso de la electricidad.

Usar el consumo anual de electricidad procedente de los resultados del crédito EA 1: Optimización de la Eficiencia Energética.

Opción 2: Estimar la línea base del uso de la electricidad.

Usar los datos de la base de datos de la Encuesta sobre el Consumo de Energía de Edificios Comerciales del Departamento de Energía de los Estados Unidos para determinar el uso estimado de electricidad.

## Materiales y Recursos

### Prerrequisito MR 1: Almacenamiento y Recolección de Reciclables.

### Propósito:

Facilitar la reducción de residuos, generados por los ocupantes del edificio, que son transportados y depositados en vertederos.

### Requisitos:

Proporcionar un área, con facilidad de acceso para todo el edificio, para la recolección y almacenamiento de materiales reciclables. Los materiales deben incluir, como mínimo, papel, cartón corrugado, vidrio, plástico y metales.

**Crédito MR 1.1: Reutilización del Edificio: Mantener Muros, Pisos y Techos Existentes.****Propósito:**

Extender el ciclo de vida del conjunto de edificios existentes, conservar los recursos, mantener los recursos culturales, reducir los residuos, y reducir los impactos ambientales de los edificios nuevos en lo que se refiere a la fabricación y transporte de material.

**Requisitos:**

Mantener la estructura existente del edificio (incluyendo losas estructurales) y la envolvente (la piel exterior y marcos estructurales, excluyendo ventanas ensambladas, y material de losas no estructurales).

Los materiales tóxicos y peligrosos que se recuperen como parte del proyecto no deben ser incluidos en los cálculos para mantener el porcentaje.

El porcentaje mínimo de reúso del edificio para cada umbral de puntos es el siguiente:

Reúso del edificio	Porcentaje
55 %	1
75 %	2
90 %	3

Si el proyecto incluye un anexo nuevo que es 2 veces más grande que el edificio existente, este crédito no se puede aplicar.

**Crédito MR 1.2: Reutilización del Edificio: Mantener Elementos Interiores no Estructurales****Propósito:**

Extender el ciclo de vida del conjunto de edificios existentes, conservar los recursos, mantener los recursos culturales, reducir los residuos, y reducir los impactos ambientales de los edificios nuevos en lo que se refiere a la fabricación y transporte de material.

**Requerimientos:**

Usar los elementos interiores no estructurales (muros interiores, puertas, recubrimientos de pisos y sistemas de plafón) en al menos 50% (en función de la superficie) del edificio completo, incluyendo anexos. Si el proyecto incluye un anexo con la superficie mayor a 2 veces la superficie del edificio existente, este crédito no es aplicable.



### Crédito MR 2: Gestión de Residuos de Construcción.

**Propósito:**

Desviar los desechos de construcción y demolición de su depósito en vertederos e incineradores. Redirigir los recursos reciclables recuperados de regreso al proceso de fabricación y los materiales reutilizables a los lugares apropiados.

**Requisitos:**

Reciclar y/o recuperar los desechos no tóxicos ni peligrosos de construcción y demolición. Desarrollar e implementar un plan de gestión de residuos de construcción que, como mínimo, identifique los materiales que tienen que ser desviados a los vertederos y si dichos materiales se deben clasificar in-situ o tratar como conjunto. Los suelos excavados y los residuos del desbroce del terreno no contribuyen a este crédito. Los cálculos se pueden realizar por peso o por volumen pero utilizando siempre la misma magnitud para todo el proceso.

El porcentaje mínimo de desechos a ser reciclados o recuperados para cada umbral de puntos es el siguiente:

Reciclados o recuperados	Porcentaje
50 %	1
75 %	2

### Crédito MR 3: Reutilización de Materiales

**Propósito:**

Reutilización de materiales y productos del edificio para reducir las demandas de materiales vírgenes y reducir los residuos, por lo tanto, disminuir los impactos asociados con la extracción y procesamiento de recursos vírgenes.

**Requisitos:**

Usar materiales recuperados, restaurados o reutilizados, donde la suma de los materiales constituya el 5% o el 10%, basado en costos, del valor total de los materiales del proyecto.

El porcentaje mínimo de materiales reutilizados para cada umbral de puntos es el siguiente:

Materiales Reutilizados	Porcentaje
5 %	1
10 %	2

Los componentes mecánicos, eléctricos y de plomería, y los elementos de sectores especializados como elevadores y otros equipos no se incluirán en el cálculo. Solo se incluyen materiales permanentemente instalados en el edificio. Se puede incluir el mobiliario si este se incluye consistentemente en el crédito MR 3: Reutilización de Materiales a través del crédito MR 7: Madera Certificada.

#### Crédito MR 4: Contenido en Reciclados

##### Propósito:

Incrementar la demanda de productos para el edificio que incorporen materiales con contenidos de reciclados, reduciendo así los impactos resultantes de la extracción y procesamiento de materiales vírgenes.

##### Requisitos:

Usar material con contenido de reciclado tal que la suma del contenido en reciclados post-consumidor más la mitad del contenido pre-consumidos constituya al menos el 10% o el 20%, en función de los costos, del total del valor de los materiales de proyecto.

El porcentaje mínimo de materiales reutilizados para cada umbral de puntos es el siguiente:

Contenido en reciclados	Porcentaje
10 %	1
20 %	2

El valor del contenido en reciclados del producto fabricado está determinado por el peso. La fracción reciclada del producto es entonces multiplicado por el costo del producto para determinar el valor del contenido en reciclados.

Los componentes mecánicos, eléctricos y de plomería, y los elementos de sectores especializados como elevadores y otros equipos no se incluirán en el cálculo. Solo se incluyen materiales permanentemente instalados en el edificio. Se puede incluir el mobiliario si este se incluye consistentemente en el crédito MR 3: Reutilización de Materiales a través del crédito MR 7: Madera Certificada.

#### Crédito MR 5: Materiales Regionales.

##### Propósito:

Incrementar la demanda de materiales y productos que se extraigan y fabriquen en la región, apoyando así el uso de recursos autóctonos y reduciendo los impactos ambientales que resultan del transporte.

**Requisitos:**

Usar materiales o productos para el edificio que se hayan extraído, recolectado o recuperado, así como también fabricado, en un radio de 800 km del sitio del proyecto para un mínimo del 10% o 20%, en función del costo, del valor total de los materiales. Si sólo una fracción de un producto o material se extrae, recolecta o recupera y fabrica localmente, entonces sólo ese porcentaje (por peso) contribuirá al valor regional.

El porcentaje mínimo de materiales regionales para cada umbral de puntos es el siguiente:

Materiales Regionales	Porcentaje
10 %	1
20 %	2

Los componentes mecánicos, eléctricos y de plomería, y los elementos de sectores especializados como elevadores y otros equipos no se incluirán en el cálculo. Solo se incluyen materiales permanentemente instalados en el edificio. Se puede incluir el mobiliario si este se incluye consistentemente en el crédito MR 3: Reutilización de Materiales a través del crédito MR 7: Madera Certificada.

**Crédito MR 6: Materiales Rápidamente Renovables.****Propósito:**

Reducir el uso y la disminución de materias primas limitadas y de materiales con ciclos largos de renovación, remplazándolos con materiales rápidamente renovables.

**Requisitos:**

Usar materiales de construcción y productos rápidamente renovables para el 2.5% del valor total de todos los materiales de construcción y productos usados en el proyecto, en función del costo. Materiales de construcción y productos rápidamente renovables son aquellos hechos de plantas que se recolecten habitualmente en un ciclo de diez años o un ciclo más corto.

**Crédito MR 7: Madera Certificada.****Propósito:**

Favorecer la gestión forestal ambientalmente responsable.

**Requisitos:**

Usar un mínimo del 50% (en función del costo) de materiales con base madera y productos que estén certificados de acuerdo con los principios y criterios para componentes de construcción de madera del Forest Stewardship Council (FSC). Estos componentes incluyen como mínimo, marcos

estructurales, marcos de dimensiones estándar, suelos, bases de suelos, puertas de madera y acabados.

Se deben incluir sólo materiales permanentemente instalados en el proyecto. Productos de madera comprados para uso temporal en el proyecto (ej. cimbrado, apuntalamiento, andamios, aceras y barandillas de protección) pueden ser incluidas en el cálculo según la decisión del equipo del proyecto. Si alguno de estos materiales es incluido, todos los materiales de este tipo deben ser incluidos en los cálculos. Si este tipo de materiales fueron comprados con el propósito de usarse en múltiples proyectos, el solicitante puede incluir estos materiales para solo un proyecto según su conveniencia. Se puede incluir el mobiliario si este se incluye consistentemente en el crédito MR 3: Reutilización de Materiales a través del crédito MR 7: Madera Certificada.

## Calidad del Ambiente en Interiores

### Prerrequisitos IEQ 1: Eficiencia Mínima de la Calidad Ambiental Interior

#### Propósito:

Establecer una eficiencia mínima de la calidad del aire (IAQ, por sus siglas en inglés) para aumentar la calidad de aire en edificios, contribuyendo así al confort y al bienestar de los ocupantes.

#### Requisitos:

Caso 1: Espacios con ventilación mecánica.

Cumplir los requerimientos mínimos de la Sección 4 a 7 de la norma 62.1-2007 del ASHRAE, Ventilación para una Calidad Aceptable del Aire Interior (con errata pero sin enmienda). Los sistemas de ventilación mecánica deben ser diseñados usando el Procedimiento de Índice de Ventilación o el código local correspondiente, el que sea más restrictivo.

Caso 2: Espacios con ventilación natural.

Los edificios con ventilación natural debe cumplir la Norma 62.1-2007 del ASHRAE, parágrafo 5.1 (con errata sin enmienda).

### Prerrequisito IEQ 2: Control del humo de Tabaco Ambiental (ETS)

#### Propósito:

Prevenir o minimizar la exposición de los ocupantes del edificio, de las superficies interiores y de los sistemas de distribución del aire de ventilación al Humo de Tabaco Ambiental (ETS, por sus siglas en inglés)

#### Requisitos:

Caso 1: Todos los proyectos

Opción 1:

### Prohibir fumar en el edificio

Prohibir fumar en la propiedad en los 8 metros alrededor de las entradas, tomas de aire fresco y ventanas operables. Proveer señalización que permita fumar en las áreas designadas, que prohíba fumar en áreas designadas o prohíba fumar en toda la propiedad.

#### Opción 2:

Prohibir fumar en el edificio excepto en áreas designadas para fumadores.

Prohibir fumar en la propiedad en los 8 metros alrededor de las entradas, tomas de aire fresco y ventanas operables. Proveer señalización que permita fumar en las áreas designadas, que prohíba fumar en áreas designadas o prohíba fumar en toda la propiedad.

Proveer cuartos designados para fumadores para contener, capturar y remover ETS del edificio. Como mínimo, el cuarto para fumadores debe tener una extracción directa hacia el exterior, alejado de entradas de aire y accesos, sin recirculación de aire que contenga ETS a áreas de no fumadores y debe ser acotada con particiones impermeables de cubierta a cubierta. Poner en funcionamiento una extracción de aire suficiente para crear una presión negativa con respecto a los espacios adyacentes de al menos una media de 5 Pa (0.508 mm de columna de agua) y con un mínimo de 1 Pa (0.102 mm de columna de agua) con las puertas del cuarto de fumadores cerradas.

Verificar la eficiencia de las presiones diferenciales del aire en los cuartos de fumadores, realizando una medición de 15 min, con un mínimo de una medición cada 10 segundos, de la presión diferencial en el cuarto de fumadores con respecto a cada área adyacente y en los bastidores verticales adyacentes a las puertas del cuarto de fumadores cerradas. Realizar las pruebas con cada espacio configurado con las condiciones para el peor caso de transporte del aire desde el cuarto de fumadores hasta los espacios adyacentes y manteniendo las puertas del cuarto de fumadores cerradas.

#### Caso 2: Sólo para proyectos Residenciales

Prohibir fumar en todas las áreas comunes del edificio.

Localizar las áreas exteriores designadas para fumadores, incluyendo balcones donde fumar sea permitido, al menos a 8 metros de las entradas, tomas de aire fresco y ventanas operables que se abran a áreas comunes.

Prohibir fumar en la propiedad en los 8 metros alrededor de las entradas, tomas de aire fresco y ventanas operables. Proveer señalización que permita fumar en las áreas designadas, que prohíba fumar en áreas designadas o prohíba fumar en toda la propiedad.

Aislar todas las puertas y las ventanas de las unidades residenciales que conduzcan a lugares comunes para minimizar las fugas provenientes del exterior.

Minimizar las vías incontroladas de transferencia de ETS entre las unidades residenciales individuales sellando las penetraciones en los muros, plafones y pisos en las unidades residenciales sellando los bastidores verticales adyacentes a las unidades.

Aislar todas las puertas y las ventanas de las unidades residenciales que conduzcan a los pasillos para minimizar las fugas de aire a los pasillos.

Demostrar que el sellado de las unidades residenciales es aceptable con una prueba puerta en exclusiva realizada en concordancia con el Método de Prueba Estándar para la Determinación del Índice de Perdida de Aire por Presurización de Ventiladores de ANSI/ASTM-E779-03.

Usar la metodología de muestras progresivas definidas en el capítulo 4 (Cumplimiento a través de una Construcción de Calidad) del Manual Residencial de Conformidad con las Normas de Eficiencia Energética de California 2001. Las unidades residenciales deben demostrar un área de pérdida de menos de  $0.868 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  del área encerrada (ej. Suma de todas las áreas de paredes, techos y suelos).

### Crédito IEQ 1: Monitoreo de la Entrada de Aire Fresco

#### Propósito:

Proporcionar capacidad de monitoreo de los sistemas de ventilación para ayudar a promover el confort y el bienestar de los ocupantes.

#### Requisitos

Instalar sistemas de monitoreo permanente que aseguren que los sistemas de ventilación mantengan los requerimientos de diseño mínimos. Configurar todos los equipos de monitoreo para generar una alarma cuando los valores del flujo de aire o los niveles de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) varíen del 10% o más de los valores de diseño, bien a través de una alarma del sistema automático del edificio al personal de operación del edificio, bien a través de una alerta audible o visual a los ocupantes de edificio.

Y

#### Caso 1: Espacios con Ventilación Mecánica.

Monitorear las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en todos los lugares densamente ocupados (aquellos con una densidad de ocupación de proyectada igual o mayor de 26 personas por  $100 \text{ m}^2$ ). Los sensores de  $\text{CO}_2$  se deben localizar entre 90 y 180 cm arriba del nivel del suelo.

Para sistemas de ventilación mecánica donde el 20% o más de la oferta de diseño del flujo de aire sirve a espacios no densamente ocupados, proveer un aparato de medición directa del flujo de aire fresco capaz de medir el índice mínimo de flujo de aire fresco con una precisión aproximada de  $\pm 15\%$  del índice mínimo de flujo de aire fresco proyectado como define el ASHRAE 62.1-2007 (con errata sin enmienda).

#### Caso 2: Espacios con Ventilación Natural.

Monitorear las concentraciones de  $\text{CO}_2$  en todos los espacios con ventilación natural. Los sensores de  $\text{CO}_2$  se deben localizar entre 90 y 180 cm arriba del nivel del suelo. Un sensor de  $\text{CO}_2$  se puede usar para medir múltiples espacios si el diseño de la ventilación natural utiliza succión pasiva u

otros medios para inducir el flujo de aire a través de dichos espacios por igual y simultáneamente sin intervenciones de los ocupantes del edificio.

### Crédito IEQ 2: Incremento de la Ventilación.

#### Propósito:

Proporcionar una ventilación con aire fresco adicional para mejorar la calidad del aire interior y promover el confort, bienestar y productividad de los ocupantes.

#### Requisitos:

Caso 1: Espacios con Ventilación Mecánica.

Incrementar los índices de ventilación con aire fresco en la zona de respiración para todos los espacios ocupados al menos 30% por encima de los índices mínimos requeridos por la Norma 62.1-2007 del ASHRAE (con errata sin enmienda) como se determina en el Prerrequisito IEQ 1: Eficiencia Mínima de la Calidad de Aire Interior.

Caso 2: Espacios con Ventilación Natural.

Diseñar los sistemas de ventilación natural para los espacios ocupados para cumplir las recomendaciones establecidas en la “Guía de las Buenas Prácticas 237” del *Carbon Thrust* (1998). Determinar que la ventilación natural es una estrategia eficaz para proyectos siguiendo en proceso de diagrama de flujo mostrado en la figura 1.18 del Manual de Aplicaciones 10:2005 de *Chartered Institution of Building Services Engineers* (CIBSE), Ventilación Natural en Edificios No-residenciales.

Y

Opción 1:

Usar diagramas y cálculos para mostrar que el diseño del sistema de ventilación natural cumpla las recomendaciones establecidas en adelante en el Manual de Aplicaciones 10:2005 del CIBSE, Ventilación Natural en Edificios No-residenciales.

Opción 2:

Usar un modelo analítico macroscópico y multi-zonal para predecir que los flujos de aire de habitación a habitación ventilen natural y eficientemente, definidos según los índices de ventilación requeridos por la Norma 62.1-2007 Capítulo 6 del ASHRAE (con errata sin enmienda) para el menos 90% de los espacios ocupados.



### Crédito IEQ 3.1: Plan de Gestión de Calidad de Aire Interior en Construcción-Durante la Construcción.

**Propósito:**

Reducir los problemas de calidad de aire interior resultantes de la construcción y remodelación, y promover el confort y bienestar de los trabajadores de la construcción y de los ocupantes del edificio.

**Requerimientos:**

Desarrollar e implementar un plan de gestión de la Calidad del Aire Interno para las fases de construcción y pre-ocupación del edificio como en lo siguiente:

- Durante la construcción, cumplir o exceder las medidas recomendadas de control de la Asociación Nacional de Contratistas de Hojas de Metal y Aire Acondicionado (SMACNA, por sus siglas en inglés) IAQ Guía para Edificios en Ocupación bajo Construcción, 2da Edición 2007, ANSI/SMACNA 008-2008 (Capítulo 3).
- Proteger los materiales absorbentes almacenado in-situ o instalados de los daños por humedad.
- Si los sistemas de tratamiento de aire instalados permanentemente son usados durante la construcción, se deben usar medios de filtración con un Valor Mínimo de Respuesta de Eficiencia (MERV, según sus siglas en inglés) de 8 en cada rejilla de aire de retorno como lo determina la norma 52.2-1999 (con errata sin enmienda) del ASHRAE. Reemplazar todos los medios de filtración inmediatamente antes de la ocupación.

### Crédito IEQ 3.2: Plan de Gestión de Calidad de Aire Interior en Construcción-Previo a la Ocupación.

**Propósito:**

Reducir los problemas de calidad de aire interior resultantes de la construcción y remodelación, y promover el confort y bienestar de los trabajadores de la construcción y de los ocupantes del edificio.

**Requisitos:**

Desarrollar un plan de gestión (IAQ) e implementarlo después de que todos los acabados sean instalados y el edificio sea completamente limpiado previo a su ocupación.

Opción 1: Flush-Out

Vía 1: Después de que la construcción sea concluida, previo a la ocupación y con todos los acabados interiores instalados, instalar un nuevo medio de filtración y realizar un flush-out (limpieza de conductos con impulsión de aire hacia el exterior) del edificio suministrando un

volumen total de aire de 4300 m<sup>3</sup> de aire fresco exterior por m<sup>2</sup> de superficie mientras se mantiene una temperatura interior de al menos 15.5°C y una humedad relativa no mayor al 60%.

Vía 2: Si se desea comenzar la ocupación antes de completar el flush-out, el espacio debe ser ocupado después de haber circulado un volumen mínimo de 1100 m<sup>3</sup> de aire fresco exterior por m<sup>2</sup> de superficie. Una vez que se ha ocupado un espacio, se debe ventilar con un índice mínimo de 0.090 m<sup>3</sup>/min/m<sup>2</sup> de aire fresco exterior o el índice mínimo de diseño determinado por el Prerrequisito IEQ 1: Eficiencia Mínima de la Calidad de Aire Interior, el que sea más restrictivo. Durante cada día del periodo de flush-out, la ventilación debe iniciarse mínimo 3 horas antes de la ocupación y continuar durante la ocupación. Estas condiciones deben de mantenerse hasta que se haya hecho circular los 4300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> totales de aire fresco exterior en el espacio.

Opción 2: Prueba de aire.

Realizar una prueba de IAQ de línea base, después del final de la construcción y previo a la ocupación, usando protocolos de comparación consistentes con el compendio de métodos de determinación de contaminantes del Aire Interior de la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) de los EU, detallados en la Guía de Referencia para el Diseño y Construcción de Edificios Verdes del LEED, Edición 2009.

Demostrar que las concentraciones máximas de los contaminantes enlistados a continuación no sean excedidas.

Contaminantes	Concentración Máxima
Formaldehido	0.05 partes por millón
Partículas (PM10)	50 microgramos por metro cúbico
Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (COVT)	500 microgramos por metro cúbico
4-fenilciclohexano (4-FCH)*	6.5 microgramos por metro cúbico
Monóxido de Carbono	9 partes por millón y no mayor a 2 partes por millón encima de los niveles exteriores
* Esta prueba solo se requiere si se instalan alfombras y tejidos con base de goma de látex de estireno butadieno (GEB) como parte de los sistemas básicos del edificio.	

Para cada punto de la muestra donde se excedan los límites máximos de concentraciones, se debe realizar un flush-out adicional con aire exterior y se debe repetir la prueba para las concentraciones que no cumplan. Repetir hasta que todos los requerimientos se cumplan. Cuando se repitan las pruebas en las áreas que no cumplieron, tomar todas las muestras en el mismo punto que las primeras pruebas, aunque no es requisito.

Realizar todas las muestras de aire de las pruebas como sigue:

- Todas las mediciones deberán ser realizadas previas a la ocupación, pero durante las horas de ocupación normal, y con el sistema de ventilación del edificio funcionando desde la hora diaria

normal de puesta en marcha del sistema y operando con el índice mínimo de de flujo de aire fresco de exterior para el modo de ocupación a los largo de la prueba.

- Todos los acabados deben estar instalados, incluyendo pero sin limitarse a, la carpintería, las puertas, la pintura, la alfombra, y las baldosas de aislamiento acústicas. El mobiliario no fijo, como estaciones de trabajo, y particiones debe estar instalado para las pruebas, aunque no es requisito.
- El número de localizaciones de las muestras dependerá del tamaño del edificio y del número de sistemas de ventilación. Pro cada parte del edificio servida por un sistema separado de sistema de ventilación, el número de puntos de muestras no debe ser menos de 1 por cada 2330 m<sup>2</sup>, o por cada superficie plana continua, la que sea mayor. Incluir áreas en las que se presume cuentan con menor ventilación y con la mayor fuerza de las fuentes contaminantes.
- Las muestras de aire se deben recolectar entre 90 y 180 cm del nivel del suelo para representar la zona de respiración de los ocupantes, y en un periodo mínimo de 4 horas.

#### Crédito IEQ 4.1: Materiales de Baja Emisión – Adhesivos y Selladores.

##### Propósito:

Reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tengan mal olor, sean irritantes y/o perjudiciales para el confort y bienestar de los instaladores y ocupantes.

##### Requerimientos:

Todos los adhesivos y selladores usados en el interior del edificio (ej. En el sistema de impermeabilización y los aplicados en el sitio) deben cumplir con los siguientes requerimientos según corresponda al ámbito de aplicación del proyecto:

- Adhesivos, selladores y primers deben cumplir con el reglamento #1168 del Manejo de Calidad del Aire del Distrito South Coast (SCAQMD, por sus siglas en inglés). Los límites de los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) enlistados en la tabla a continuación, corresponden a una fecha efectiva del 1ero de julio del 2005, y un enmienda dada de alta el 7 de enero del 2005.

Aplicaciones arquitectónicas	Limite VOC (g/l sin agua)	Aplicaciones de Especialidad	Limite VOC (g/l sin agua)
Adhesivos interiores de alfombras	50	Soldadura de PVC	510
Adhesivos para relleno de alfombras	50	Soldadura de CPVC	490
Adhesivos para suelos de madera	100	Soldadura de ABS	325
Adhesivos para suelos de goma	60	Soldadura de plástico cemento	250
Adhesivos para base de suelos	50	Adhesivo Primer para plástico	550
Adhesivos para baldosa de cerámicas	6	Adhesivo de contacto	80
Adhesivos para VTC y asfalto	50	Adhesivo de contacto de uso especial	250

Adhesivos para tablaroca y paneles	50	Adhesivo de elemento estructurales de madera	140
Adhesivos de base para calas	50	Operaciones recubrimiento telas de goma	850
Adhesivos multiusos en construcción	70	Adhesivos superiores y recortes	250
Adhesivos acristalamiento estructural	100		
<b>Sustratos de aplicaciones específicas</b>	<b>Limite VOC (g/l sin agua)</b>	<b>Selladores</b>	<b>Limite VOC (g/l sin agua)</b>
Metal a metal	30	Arquitectónico	250
Espuma de plástico	50	Techos sin membranas	300
Material poroso (excepto madera)	50	Autovías	250
Madera	30	Techo de membrana de chapa simple	450
Fibra de vidrio	80	Otros	420
<b>Selladores a base primer</b>	<b>Limite VOC (g/l sin agua)</b>		
Arquitectónicos no porosos	250		
Arquitectónicos porosos	775		
Otros	750		

- Los adhesivos en aerosol deben cumplir con los requerimientos de la Norma de adhesivos comerciales GS-36 de Green Seal efectiva desde el 19 de octubre del 2000.

Adhesivos en aerosol	Limite VOC (g/l sin agua)
Spray de niebla de uso general	65 % VOCs por peso
Spray de red de uso general	55 % VOCs por peso
Adhesivos en aerosol de uso especial (todos los tipos)	70 % VOCs por peso

#### Crédito IEQ 4.2: Materiales de Baja Emisión – Pinturas y Recubrimientos.

##### Propósito:

Reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tengan mal olor, sean irritantes y/o perjudiciales para el confort y bienestar de los instaladores y ocupantes.

##### Requerimientos:

Las pinturas y recubrimientos usados en el interior del edificio (En el sistema de impermeabilización y los aplicados en el sitio) deben cumplir con los siguientes criterios según corresponda al ámbito de aplicación del proyecto:

- Las pinturas y recubrimientos arquitectónicos aplicados en el interior del edificio no deben exceder los límites de contenido en componentes orgánicos volátiles (VOCs) establecidos en la Norma del Green Seal GS-11, Pinturas, 1era edición, mayo 20, 1993.
- Las pinturas anti-corrosivas y anti-oxidantes aplicadas a substratos metálicos ferrosos interiores no debe exceder los límites de contenido en VOCs establecidos en la Norma del Green Seal GC-03, Pinturas anti-corrosivas, 2nda edición, enero 7, 1997.
- Los acabados de madera maciza, recubrimientos de suelos, tintes, primers y lacas aplicadas a elementos interiores no deben exceder los límites de contenidos en VOCs establecidos en el Reglamento 1113, Manejo de Calidad del Aire del Distrito South Coast (SCAQMD, por sus siglas en inglés), efectivas desde el 1ero de enero del 2004.

### Crédito IEQ 4.3: Materiales de Baja Emisión – Sistema de Pisos.

#### Propósito:

Reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tengan mal olor, sean irritantes y/o perjudiciales para el confort y bienestar de los instaladores y ocupantes.

#### Requerimientos:

##### Opción 1:

Todos los recubrimientos de pisos deben cumplir con los siguientes según corresponda al ámbito de aplicación del proyecto:

- Todas las alfombras instaladas en el interior del edificio deben cumplir las pruebas y requerimientos de productos del programa Green Label Plus del Instituto de Alfombras y Moquetas.
- Todos los rellenos de alfombras instalados en el edificio deben cumplir los requerimientos del programa Green Label Plus del Instituto de Alfombras y Moquetas.
- Todos los adhesivos de alfombras deben cumplir los requerimientos del crédito IEQ 4: Adhesivos y Selladores, que incluyen un límite de componentes volátiles orgánicos (VOC) de 50 g/L.
- Todos los pisos de superficie dura deben ser certificados de cumplimiento con la Norma de FloorScore (el actualizado en la fecha del sistema de calificación, o una versión más estricta) por un terciario. Los pisos que se incluyen en el FloorScore incluyen vinilo, linóleoum, pisos laminados, pisos de madera, pisos de cerámica, pisos de hule y base de muro.
- Un camino alternativo para cumplir con el uso del FloorScore es aceptable para alcanzar el crédito: 100% del piso terminado que no es alfombra debe ser certificado por el FloorScore y debe constituir al menos 25% del área final del piso. Ejemplos de área no terminada incluyen pisos en cuartos para servicios mecánicos, cuartos para servicios eléctricos y cuartos para servicio de elevadores.
- Los pisos de concreto, madera, bambú, y corcho con acabados como selladores, tintas y acabados deben cumplir con los requerimientos en el Reglamento 1113, Manejo de Calidad

del Aire del Distrito South Coast (SCAQMD, por sus siglas en inglés), efectivas desde el 1ero de enero del 2004.

- Los adhesivos para loseta y lechada deben cumplir con el Reglamento 1168, Manejo de Calidad del Aire del Distrito South Coast (SCAQMD, por sus siglas en inglés). Los límites de VOC corresponden a una fecha efectiva del 1ero de junio del 2005, y la enmienda fechada del 7 de enero del 2005.

Opción 2:

Todos los elementos del piso instalados en el interior del edificio deben cumplir con las pruebas y requerimientos de productos del Departamento de Salud de California, Practica para las Pruebas de Emisiones Orgánicas Volátiles procedentes de Varias Fuentes usando Cámaras Ambientales de Pequeña Escala, incluyendo la enmienda 2004.

#### **Crédito IEQ 4.4: Materiales de Baja Emisión – Productos Madera Compuesta y de Fibras Agrícolas.**

##### **Propósito:**

Reducir la cantidad de contaminantes del aire interior que tengan mal olor, sean irritantes y/o perjudiciales para el confort y bienestar de los instaladores y ocupantes.

##### **Requerimientos:**

Los productos de madera compuesta y fibras agrícolas usados en el interior del edificio (en el interior del sistema de impermeabilización) no deben contener resinas con urea-formaldehído añadido. Los adhesivos laminados usados para fabricar in-situ y aplicados en el taller para ensamblar maderas compuestas y fibras agrícolas no deben contener resinas con urea-formaldehído añadido.

Los productos de madera compuesta y fibras agrícolas son definidos como tableros de partículas, paneles de fibras de densidad media (MDF), contrachapada, paneles de paja de cereales, paneles de cascara, sustratos de paneles y núcleos de puertas. Los materiales considerados como acabados, mobiliario y equipo de oficina (FF&E) no son considerados elementos base del edificio y no están incluidos.

#### **Crédito IEQ 5: Control de Fuentes Internas de Productos Químicos y Contaminantes.**

##### **Propósito:**

Minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a partículas potencialmente perjudiciales y contaminantes químicos.

**Requerimientos:**

Realizar un diseño para minimizar y controlar la entrada de contaminantes al edificio y la consiguiente contaminación cruzada de las áreas habitualmente ocupadas a través de las siguientes estrategias:

- Emplear sistemas de entrada permanentes de al menos 1.8 metros de longitud en la dirección principal del recorrido para capturar suciedad y partículas que se meten al edificio por entradas habitualmente usadas que dan hacia el exterior. Los sistemas de entradas aceptables incluyen sistemas de rejas, rejillas o ranuras que permitan la limpieza desde abajo. Los felpudos enrollables sólo son aceptables siempre y cuando se les de mantenimiento semanalmente por una organización de servicio contratada.
- Colocar suficientes extractores en espacios donde se usen o presenten gases o productos químicos perjudiciales (ej. Estacionamientos, áreas de limpieza y lavanderías, laboratorios científicos, cuartos de preparación, cuartos de arte, talleres y centros de copiado e impresión) para crear una presión negativa con respecto a los espacios adyacentes cuando las puertas del cuarto estén cerradas. Para cada uno de estos espacios, proveer puertas que se cierran solas, particiones de cubierta a cubierta o techos de paneles rígidos. El índice de extracción debe ser de al menos  $0.15 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$  con no recirculación de aire. La presión diferencial con respecto a los espacios adyacentes debe ser al menos una media de 5 Pa (0.508 mm de columna de agua) y con un mínimo de 1 Pa (0.102 mm de columna de agua) con las puertas del cuarto cerradas.
- En edificios ventilados mecánicamente, instalar en las áreas habitualmente ocupadas medios nuevos de filtración previamente a la ocupación; estos filtros deben proveer un Valor Mínimo de Respuesta de Eficiencia (MERV) de 13 o mayor. La filtración deberá aplicarse en procesos tanto del aire de retorno como aire exterior que sea distribuido como aire de suministro.
- Proveer contenedores (es decir, un contenedor cerrado para almacenamiento para disposición fuera del sitio en un área de almacenamiento que cumpla con los reglamentos, preferiblemente afuera del edificio) para disposición apropiada de desperdicio líquido perjudiciales donde ocurre la mezcla el agua y los concentrados de productos químicos (ej. limpieza de hogares, intendencia y laboratorios científicos).

**Crédito IEQ 6.1: Capacidad de Control de Sistemas – Iluminación.****Propósito:**

Proveer un alto nivel de control del sistema de iluminación por los ocupantes individualmente o por grupos en espacios multi-ocupados (ej. salones de clases o áreas de conferencias) para promover la productividad, confort y bienestar.

**Requisitos:**

Proporcionar controles individuales de iluminación para el 90%(mínimo) de los ocupantes para permitir ajustarse a las necesidades individuales de tareas y preferencias.

Proporcionar controles del sistema de iluminación para todos los espacios comunitarios de multi-ocupantes para permitir ajustarse a las necesidades y preferencias del grupo.

### Crédito IEQ 6.2: Capacidad de Control de Sistemas – Confort Térmico.

#### Propósito:

Proveer un alto nivel de control del sistema de confort térmico por los ocupantes individualmente o por grupos en espacios multi-ocupados (ej. salones de clases o áreas de conferencias) para promover la productividad, confort y bienestar.

#### Requerimientos:

Proporcionar controles de confort individual para 50% (mínimo) de los ocupantes del edificio para permitir ajustarse a las necesidades y preferencias individuales. Se pueden usar ventanas operables por controles para los ocupantes localizados a menos de 6 metros hacia dentro y 3 metros hacia cada lado de la parte operable de la ventana. Las áreas operables de las ventanas deben cumplir los requerimientos de la norma 62.1-2007 del ASHRAE parágrafo 5.1 Ventilación Natural (con erratas sin enmienda).

Proporcionar controles del sistema de confort para todos los espacios comunitarios de multi-ocupantes para permitir ajustarse a las necesidades y preferencias del grupo.

Las condiciones para el confort termal son descritas en la Norma 55-2004 del ASHRAE (con errata sin enmienda) e incluyen los principales factores de temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad y humedad del aire.

### Crédito IEQ 7.1: Confort Térmico – Diseño.

#### Propósito:

Proveer un ambiente termal confortable que promueva la productividad y el bienestar de los ocupantes.

#### Requisitos:

Diseñar los sistemas de calentamiento, ventilación y aire acondicionado (HVAC) y la envolvente del edificio para cumplir los requerimientos de la Norma 55-2004 del ASHRAE, Condiciones Térmicas del Ambiente para la Ocupación Humana (con errata sin enmienda). Demostrar el cumplimiento del diseño de acuerdo con la documentación de la Sección 6.1.1.

### Crédito IEQ 7.2: Confort Térmico – Verificación.

#### Propósito:

Proveer, para evaluación del edificio, confort térmico de los ocupantes en el tiempo.



**Requisitos:**

Lograr el crédito IEQ 7.1: Confort Térmico – Diseño.

Acordar la realización de una encuesta del confort térmico de los ocupantes del edificio en un periodo de 6 a 18 meses después de la ocupación. Esta encuesta debe recolectar respuestas anónimas acerca del confort térmico en el edificio, incluyendo una evaluación de la satisfacción general con la eficiencia térmica y la identificación de los problemas térmicos. Acordar el desarrollo de un plan para acciones correctivas si la encuesta indica que más del 20% de los ocupantes no están satisfechos con el confort térmico del edificio. Este plan debe incluir mediciones de variables ambientales relevantes en áreas problemáticas de acuerdo con la Norma 55-2004 del ASHRAE (con erratas sin enmienda).

**Crédito IEQ 8.1: Luz Natural y Vistas – Luz Natural.****Propósito:**

Proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión entre los espacios interiores y los exteriores a través de la introducción de luz natural y vistas a áreas del edificio habitualmente ocupadas.

**Requisitos:**

A través de 1 de las 4 opciones, lograr iluminación con luz natural en al menos 75% los espacios habitualmente ocupados.

**Opción 1: Simulación**

Demostrar a través de la simulación por computadora que 75% o más de todos los espacios habitualmente ocupados alcancen un nivel de iluminación de mínimo de 270 lux y un máximo de 5380 lux en una condición de cielo despejado el 21 de septiembre a las 9:00 y a las 15:00 hrs; áreas con los niveles de iluminación abajo o arriba del rango no cumplen. Sin embargo, diseños que incorporen sombras automatizadas para el control del deslumbramiento y que preserven la vista pueden demostrar cumplimiento para únicamente el nivel mínimo de iluminación de 270 lux.

**Opción 2:**

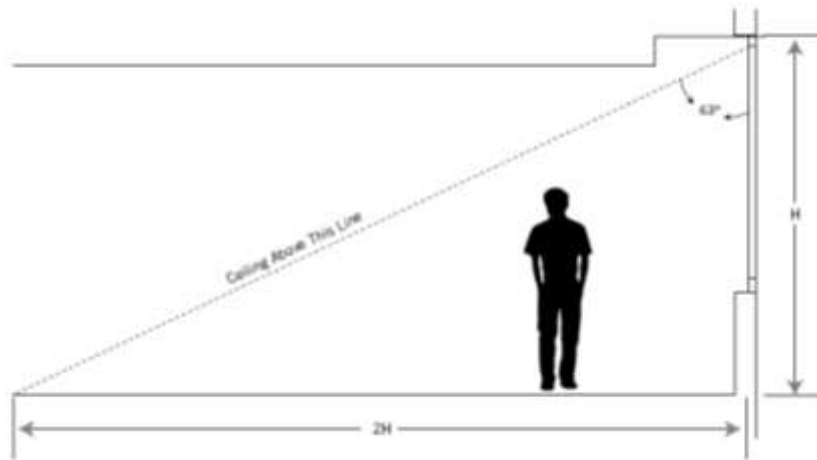
Para zonas de luz natural con iluminación no directa (ver figura X):

- Alcanzar un valor. Calculado como el producto de la transmisión de luz visible (VLT, por sus siglas en inglés) y el radio del área de ventana a piso (WFR, por sus siglas en inglés) de la zona de luz natural, entre 0.150 y 0.180. El área de la ventana incluida en los cálculos debe estar al menos a 75 cm del suelo.

$$0.150 < VLT \times WFR < 0.180$$

- El techo no debe obstruir la línea en sección que une la parte superior de la ventana con la línea en el piso que sea paralela al plano de la ventana; es 2 veces la altura de la parte

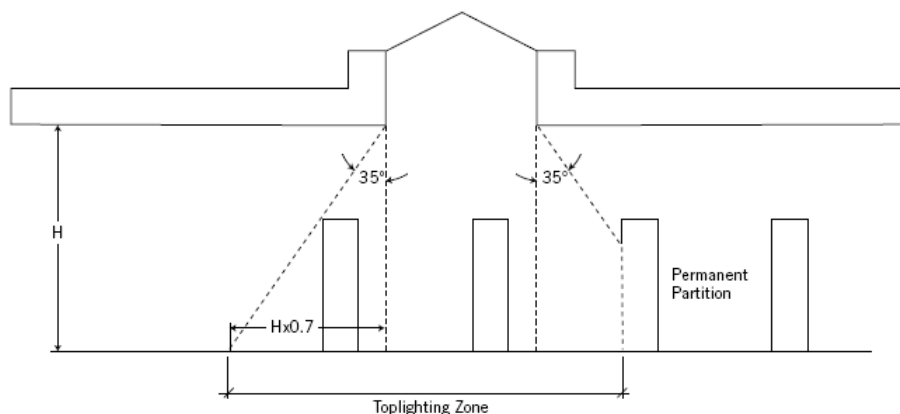
superior de la ventana al piso interior, la distancia desde el plano del vidrio y medido perpendicularmente al plano del vidrio, según la figura siguiente:



- Proveer redirección de la luz natural y/o el deslumbramiento por medio de equipos de control que aseguren la efectividad de la luz natural.

Para zonas de luz natural con iluminación directa:

- La zona iluminada con luz natural con vista directa del cielo es la delimitación de la entrada bajo la vista al cielo más en cada dirección menos que:
  - 70% se la altura del techo
- 
- $\frac{1}{2}$  distancia a la orilla de la vista al cielo más cercana
- 
- La distancia a cualquier partición opaca (si es transparente mostrar su VLT) que este más lejos que el 70% de la distancia entre la parte superior de la partición y el techo.



- Lograr una cobertura de la apertura al cielo en techo de entre el 3% y 6% del área total del techo con un mínimo de 0.5 VLT.
- La distancia entre los tragaluces no debe ser mayor a 1.4 veces la altura del plafón.

- Un tragaluz difusor, si se usa, debe tener un valor de opacidad medido mayor a 90% cuando se pruebe según la ASTM D1003. Evitar líneas directas de visibilidad con el tragaluz difusor.

Se consideran excepcionalmente las áreas donde las tareas se verían impedidas por el uso de luz natural en función de sus características propias.

Opción 3: Mediciones.

Demostrar por medio de registros de mediciones de luz interior que el nivel mínimo de iluminación con luz natural de 270 lux se alcanza en al menos 75% de todas las áreas habitualmente ocupadas. Las medidas debe tomarse en cuadrículas de 3 metros para todos los espacios habitualmente ocupados y se deben registrar sobre planos de planta del edificio.

Sólo la superficie asociada con la porción de los cuartos o espacios que cumplan con los requerimientos mínimos de iluminación puede ser añadida a los cálculos.

Para todos los proyectos que busquen esta opción, proporcionar elementos de redirección de la luz natural y /o elementos para controlar el deslumbramiento para evitar situaciones de alto contraste que puedan impedir las tareas visuales. Se consideran excepcionalmente las áreas donde las tareas se verían impedidas por el uso de luz natural en función de sus características propias.

Opción 4: Combinación.

Cualquiera de los métodos de cálculo anteriores puede ser combinado para documentar la iluminación natural mínima en al menos 75% de todos los espacios habitualmente ocupados. Los diferentes métodos ocupados en cada espacio deben ser claramente especificados en planos de todo el edificio.

En todos los casos, sólo la superficie asociada con la porción de los cuartos o espacios que cumplan con los requerimientos pueden ser aplicados en el cálculo total de áreas requerido para calificar para este crédito.

En todos los casos, proporcionar elementos para controlar el deslumbramiento para evitar situaciones de alto contraste que puedan impedir las tareas visuales. Se consideran excepcionalmente las áreas donde las tareas se verían impedidas por el uso de luz natural en función de sus características propias.

### **Crédito IEQ 8.2: Luz Natural y Vistas – Vistas.**

#### **Propósito:**

Proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión entre los espacios interiores y los exteriores a través de la introducción de luz natural y vistas a áreas del edificio habitualmente ocupadas.

**Requisitos:**

Lograr una línea directa de vistas hacia el entorno exterior a través de un acristalamiento de visión entre 0.76 y 2.30 metros por encima del piso acabado para los ocupantes del edificio en 90% de todas las áreas habitualmente ocupadas. Determinar el área con línea directa de vistas totalizando la superficie habitualmente ocupada que cumpla con los siguientes criterios:

- En vista en planta, las áreas que están dentro de las líneas de visión dibujadas desde el acristalamiento perimetral de visión.
- En vista en sección, se puede dibujar una línea directa de visión desde el área de acristalamiento perimetral de visión.

La línea de vistas puede ser dibujada hacia el acristalamiento interior. Para oficinas privadas, la superficie puede ser enteramente considerada si 75% o más del área tiene una línea directa de visión desde el acristalamiento perimetral de visión. Para aulas y espacios multi-ocupados, se debe tomar en cuenta la superficie real con línea directa de vistas hacia el acristalamiento perimetral de visión.