



---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMÁTICA

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS PARA CERTIFICACIÓN LEED EN  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO APLICADO A UN EDIFICIO DE  
OFICINAS.

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO CIVIL  
PRESENTA:  
OSCAR FRANCISCO MÉNDEZ MENA

DIRECTOR DE TESIS  
ING. GUILLERMO CASAR MARCOS



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DICyG/SEAC/UTIT/015/12

Señor  
ÓSCAR FRANCISCO MÉNDEZ MENA  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. GUILLERMO CASAR MARCOS, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

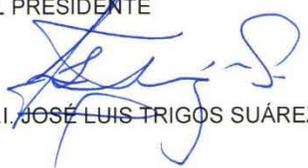
**"OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS PARA CERTIFICACIÓN LEED EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
APLICADO A UN EDIFICIO DE OFICINAS"**

- INTRODUCCIÓN
- I. LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED)
  - II. METODOLOGÍA DE OPTIMIZACIÓN
  - III. RESULTADOS Y CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 27 de marzo del 2012.  
EL PRESIDENTE

  
M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JTS/MTH\*gar.

## DEDICATORIA

A ti SEÑOR que has iluminado mi camino como estudiante, profesionista y persona ayudándome a lograr todas mis metas y a quién ofrezco este trabajo con un profundo agradecimiento.

A mis padres ENRIQUE y AMPARO por su incondicional apoyo; por su cariño; por su esfuerzo; por su dedicación; por todos esos buenos consejos, que han sido una inagotable fuente de motivación en mi vida sin los cuales hubiera sido muy difícil realizarme en esta etapa de mi vida profesional.

A mi hermano y compañero RODRIGO que siempre fue un apoyo incondicional no sólo en lo académico, sino también en lo moral, estimativo, social y de formación personal.

A mis hermanos ENRIQUE Y MIGUEL quienes fueron parte fundamental en mi formación escolar y vocacional. Por su apoyo y buen ejemplo.

A mis Profesores que supieron tener paciencia y fe en mí para así darme los instrumentos para lograr esta meta en mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Ingeniería

A la División de Ingeniería Civil y Geomática

A mi Director de tesis el Ing. Guillermo Casar Marcos

A los profesionistas expertos en la materia que  
apoyaron en la encuesta realizada

## ÍNDICE

Introducción .....	6
a) Antecedentes.....	6-10
b) Justificación y planteamiento del tema.....	10-11
i) Análisis de la demanda.....	11-16
ii) Análisis de la oferta.....	16-18
c) Objetivo.....	18-19
1. <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> (LEED).....	20-24
1.1. Créditos LEED.....	24-26
1.2. Requisitos mínimos.....	27-28
2. Metodología de optimización.....	29
2.1. Delimitación del problema.....	29
2.2. Comparación y análisis.....	29-37
2.3. Optimización de créditos.....	37-39
3. Resultados y conclusiones.....	40
3.1. Recomendaciones .....	40-46
3.2. Beneficios.....	47
3.3. Tendencias en el mercado.....	47-48
Anexos.....	49-52
Bibliografía.....	53

## Introducción

La presente tesis está estructurada en una introducción y tres capítulos. En la primera parte se presentará, en forma breve, los antecedentes de los edificios sustentables a través de la historia, así como los diferentes intentos que han existido para certificar edificios sustentables. Se justifica el tema explicando una problemática que se presenta concerniente a la certificación LEED, así como se detallan las circunstancias que atañen dicha problemática. La última sección de la primera parte de la presente tesis concierne a explicar el propósito de la elaboración de la presente tesis.

En el primer capítulo se entra en materia de la certificación LEED, dando una breve explicación de los créditos, beneficios y alcances de dicha certificación. Se comentan las restricciones y tendencias de la certificación LEED.

El segundo capítulo exhibe la metodología usada para analizar el problema planteado en la introducción. Se parte de una delimitación del problema definiendo y acotando las variables de decisión. Se propone un cuestionario que refleje objetivamente la relación crédito- puntos-costo inicial, a aplicarse a expertos en el tema (certificadores, profesionales en mantenimiento de edificios, profesionales de la construcción. Se analizaran las variables para conseguir la mayor cantidad de créditos usando un presupuesto finito, consiguiendo una optimización de recursos.

En el tercer capítulo se interpretarán los resultados de la encuesta. Se harán las recomendaciones pertinentes en base al estudio. Los beneficios y conclusiones se presentarán posteriormente y por último se mencionarán las tendencias en certificación relacionadas a los resultados obtenidos.

Al final se presentan los anexos que sirvieron para el estudio de la certificación LEED y las fuentes de información bibliográfica y electrónica.

### a) Antecedentes

“El interés por el diseño de los edificios sustentables no es nuevo, pero su popularidad ha crecido en los últimos años gracias al éxito de la certificación *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED)”<sup>1</sup>

La idea de un edificio sustentable ha tomado fuerza en la última década pero sus orígenes se remontan al siglo XIX.

Una de las definiciones de edificio sustentable que nos proporciona Robert Cassidy es:

---

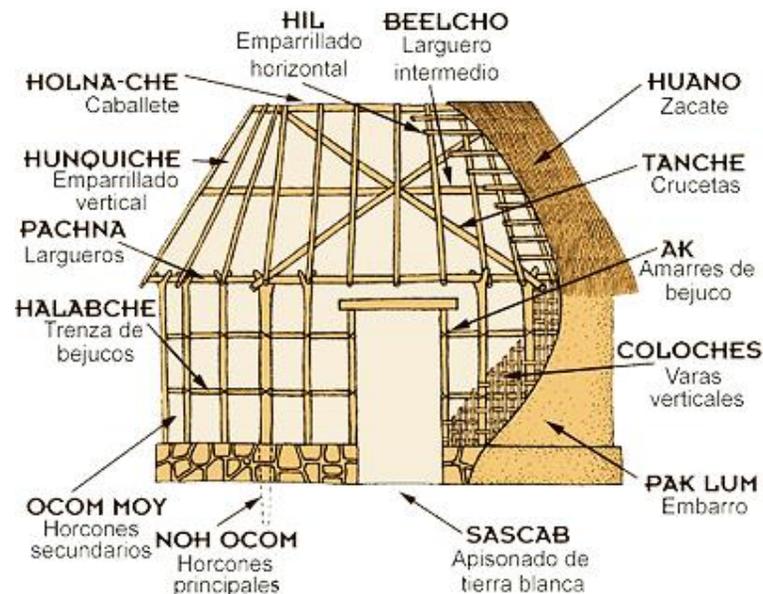
<sup>1</sup> Allen, Jim. *Water Efficiency: Considerations in Obtaining a LEED Rating*. Environmental Design + Construction, pp. 65-66, 2004.

La práctica de 1) incrementar la eficiencia de los edificios y alrededores referentes al uso de energía, agua y materiales; 2) reducir el impacto que tienen los edificios en salud y en el medio ambiente en las etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento del mismo.<sup>2</sup>

Otra definición para *sustentabilidad* que comparte Brenda García es:

Anglicismo que se deriva del término *sustentar*. La *sustentabilidad* implica conciencia, responsabilidad, aspectos éticos y culturales, así como patrones de consumo y estilos de vida. En las décadas de los años 1980 y 1990, se introduce el término de *sustentabilidad* para calificar al desarrollo y el crecimiento económico, especialmente referido a los países en vías de desarrollo sensibles a los problemas ambientales.<sup>3</sup> Para fines prácticos de esta investigación, los términos *sustentable* y *sostenible* se dirigen hacia los mismos propósitos.

El diseño sustentable concerniente a la infraestructura puede apreciarse en la Cultura Maya, la tradicional vivienda de los mayas se usó desde el principio de la civilización y actualmente se sigue usando en la zona sur de México y en algunas regiones de Centroamérica.



**Ilustración 1.- Casa Tradicional Maya.**

En la Ilustración 1 podemos ver la casa tradicional maya. Ésta se encuentra hecha de materiales de la región y su diseño bioclimático hace que se mantenga fresca durante el día y durante la noche conserve el calor gracias al fenómeno de inercia térmica. La casa cuenta

<sup>2</sup> Cassidy, Robert. *White Paper on Sustainability: A Report on the Green Building Movement*. A supplement to *Building Design & Construction*, 2003. Consultado en Internet en <<http://www.usgbc.org/Docs/Resources/BDCWhitePaperR2.pdf>> el 15 de noviembre de 2013.

<sup>3</sup>García, Brenda. *ecodiseño. nueva herramienta para la sustentabilidad*. Ed. Designio, México, 2008.

con dos aperturas que permite el paso natural de corrientes de aire. Su diseño con cortes redondos facilita el paso del aire.<sup>4</sup>

Otro ejemplo de vivienda sustentable es el iglú, hogar de los esquimales. El iglú cuenta con un diseño de vivienda semiesférico construido con bloques de hielo.

El iglú se basa en los principios termodinámicos de transferencia de calor. Se pretende aislar del exterior y evitar los fuertes vientos externos. En el interior se hace uso de niveles para beneficiarse de las diferentes temperaturas del aire que se relacionan con su densidad.

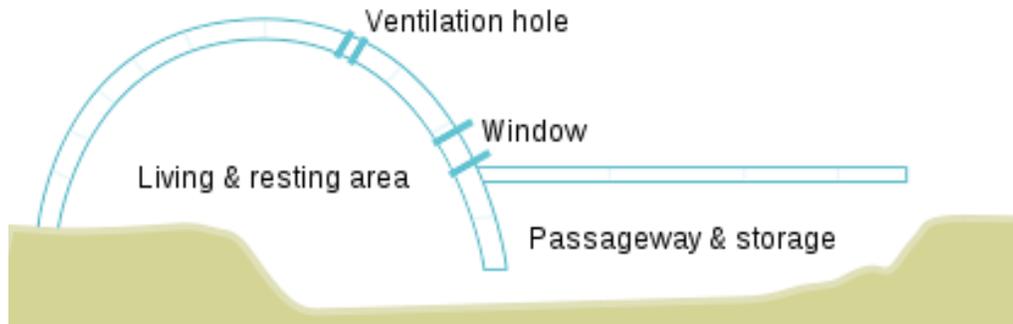


Ilustración 2.- Diagrama esquemático de un iglú.

El funcionamiento básico de un iglú depende del gradiente de temperatura debido a la altura. El área de dormitorio está hasta arriba ya que es ahí donde se encuentra el aire más caliente. Con este tipo de diseños, se optimizan los recursos necesarios para el calentamiento de vivienda.

Ya en la era moderna podemos encontrarnos el Palacio de Cristal en Londres así como la Galería Vittorio Emanuele II en Milán, éstos son algunos ejemplos de edificios sustentables que datan del siglo XIX. Los dos cuentan con sistemas pasivos como puede ser ventilación forzada por el techo, así como cámaras de enfriamiento de aire subterráneas.

El Centro Rockefeller, construido en 1932, utilizó un mecanismo de apertura en ventanas y jardines en azoteas.

---

<sup>4</sup> Consultado en Internet en :<<http://mayananswer.over-blog.com/categorie-11126052.html>> el 15 de noviembre de 2013.



Ilustración 3.- Roof Garden, Rockefeller Center, NY, EE. UU.

Es en los 60's cuando se presencia una revolución ecológica en donde la sociedad se percata de un desequilibrio en el medio ambiente. Las críticas de esos años se basan en dos tendencias:

- a) El antropocentrismo: el ser humano, como máximo exponente de la evolución natural, se considera así mismo superior a todos los demás organismos por lo que todo juicio debe tener como fundamento y base la experiencia humana. Ésta tendencia considera que los fenómenos naturales adquieren importancia en función al beneficio o perjuicio que representan para las personas.
- b) El ecocentrismo: promueve alternativas y propuestas para disminuir el impacto ambiental por el desarrollo industrial. <sup>5</sup>

En los 70's, surgen más corrientes de pensamiento como la Ecología Profunda. Por el lado de las innovaciones en instalaciones se desarrollaron métodos para la conservación de la energía en edificios a través de ventanas con recubrimientos, fotovoltaicos y mecanismos de control de clima.

En 1987, Gro Harlem Brundtland a través de, la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, fincó las bases para definir Desarrollo Sustentable de la siguiente manera:

“[...] aquel desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer a las futuras generaciones”<sup>6</sup>

A principios de los 90's se publicó la *Environmental Resource Guide* a través del Instituto Americano de Arquitectos (AIA) por sus siglas en inglés en donde se explicaban los procesos y productos de la construcción con un enfoque de vida de ciclo. Fue en el año de 1993 cuando Bill Clinton anunció la iniciativa de mejorar la Casa Blanca con un modelo de eficiencia

---

<sup>5</sup>Consultado en Internet en :<<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2366859>> el día 15 de noviembre de 2013.

<sup>6</sup>United Nations World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. Oxford University Press,1987.

energética y reducción de desperdicios.<sup>7</sup> El éxito de este proyecto hizo que se replicará al Ejército de los EEUU, así como a diferentes edificios gubernamentales.

## **b) Justificación y planteamiento del tema**

El Ingeniero Civil es el profesionalista que posee una formación multidisciplinaria conformada por conocimientos generales de Matemáticas, Física, Química; y de las áreas específicas de la disciplina, los que aunados a las nociones en computación, comunicación gráfica, informática, administración y evaluación de proyectos, lo capacitan para participar en las etapas de planeación, diseño, organización, construcción, operación y conservación de obras civiles y de infraestructura.<sup>8</sup>

La anterior definición es la que comparte la Facultad de Ingeniería de la UNAM. La presente tesis abarca diferentes materias del plan de estudios 2006, como pueden ser:

- Evaluación de proyectos
- Probabilidad y estadística
- Introducción a la Economía
- Recursos y necesidades de México
- Teoría general de sistemas
- Ingeniería de sistemas

Hay otras materias que entran indirectamente como lo son los del ramo de Ingeniería Ambiental.

El Ingeniero Civil está comprometido con la sociedad para aplicar las mejores prácticas de su profesión en beneficio de ésta. Es por esta razón que es menester del Ingeniero Civil estar actualizado en certificaciones nacionales e internacionales que muestren las mejores prácticas y tendencias.

Dicho lo anterior vamos a proceder con el planteamiento del tema.

Es bien conocido que la demanda de recursos naturales se incrementa día con día debido a un acelerado ritmo de crecimiento demográfico en el mundo y a la necesidad de una vivienda digna. Para mantener nuestra calidad de vida se están consumiendo los recursos naturales a una tasa insostenible en un corto plazo, y sumado a esto se sabe que el consumo de recursos no es equitativo en las sociedades actuales. Un ejemplo claro es EE.UU. ya que su población

---

<sup>7</sup>Op. Cit., Cassidy, pp. 5.

<sup>8</sup> Definición consultada en Internet en la siguiente página:

<[http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/ingenieriaCivil/ingCivil\\_Desc.php](http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/ingenieriaCivil/ingCivil_Desc.php)> el día 23 de noviembre de 2013.

representa el 5% de la población global pero consumen el 26% de los recursos naturales en el mundo.<sup>9</sup>

Las tendencias de consumo de recursos naturales no muestran una mejoría a corto plazo, y es por esta causa que varias organizaciones en el mundo tienen como prioridad disminuir los impactos ambientales de todo proceso humano. Uno de los que más destacan es la actividad de la construcción y operación de edificios. Se sabe que EE.UU. ésta actividad representa el 70% del consumo de electricidad, 39% del total de emisiones de CO2, 40% en consumo de materias primas, 40% de generación de basura y 12% de consumo de agua (USGBC, 2008).

Estos números difieren país por país pero sí nos podemos dar cuenta que hay una gran oportunidad de ahorrar recursos y hacer más eficiente las actividades de construcción y operación de edificios.

La tendencia en países desarrollados es construir edificios sustentables en donde se reduzcan significativamente los impactos al medio ambiente a través de las mejores prácticas en planeación, diseño, construcción y operación de los edificios.

Los beneficios ecológicos no son los únicos que se consiguen con edificaciones sustentables, sino también reducción de costos de operación, incremento de productividad, mejor calidad de aire, entre otros.

### i) Análisis de la demanda

El análisis de la demanda se va acotar a la Cd. de México, Monterrey y Guadalajara.

Se puede observar que la tendencia de construir espacios de oficinas sustentables va en crecimiento. Se promueven espacios con instalaciones de última tecnología, con ahorro de recursos tanto en agua como en energía eléctrica. También se pueden observar desarrollos con áreas múltiples en donde convergen oficinas, supermercados, vivienda y comercio.

La Tabla 1 muestra el criterio de clasificación de edificios de oficinas según el Instituto Comercial e Industrial, A.C.

CRITERIOS	EDIFICIO CLASE A+	EDIFICIO CLASE A	EDIFICIO CLASE B	EDIFICIO CLASE C	
<b>Edad</b>	Menores a 10 años	Menores a 20 años	Entre 20 y 40 años	De 40 años en adelante	
<b>Altura</b>	De piso a lecho bajo de losa	3.60 m mínimo	3.40 m mínimo	3.00 m mínimo	2.30 m mínimo
	De piso a plafón	3.00 m mínimo	2.80 m mínimo	2.50 m mínimo	Losa aparente
<b>Plantas mínimas</b>	400 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	
<b>Estacionamiento</b>	1 lugar por cada 30 m <sup>2</sup> de oficina mínimo	1 lugar cada 30 - 40 m <sup>2</sup> de oficinas	1 lugar cada 50 - 80 m <sup>2</sup> de oficinas	1 lugar por cada 80 m <sup>2</sup> de oficina en adelante	

<sup>9</sup> Wesley, Stephen. CURRENT INDUSTRY PERCEPTIONS OF THE ROLE OF THE CONTRACTOR IN THE LEED CERTIFICATION PROCESS. 2011, EE. UU.

CRITERIOS	EDIFICIO CLASE A+	EDIFICIO CLASE A	EDIFICIO CLASE B	EDIFICIO CLASE C
<b>Elevadores</b>	De alta velocidad. El número dependerá de la altura del edificio	Mínimo 2 elevadores para edificios menores de 10 pisos. Mínimo 3 elevadores para edificios mayores de 10 pisos.	Mínimo 1 elevador	1 elevador
<b>Escaleras</b>	Presurizadas o exteriores	Que reúnan los requisitos de seguridad	Lo mínimo señalado en los reglamentos	Lo mínimo señalado en los reglamentos
<b>Equipos contra incendios</b>				
Tomas siamesas en fachadas	Si	Si	Si	Si/ No
Extinguidores	Si	Si	Si	Si
Mangueras	Si	Si	Si	Si
Alarmas de emergencia	Si	Si	No	No
Rociadores o sprinklers	Si	Si	No	No
Extractores de humo	Si	Si	No	No
Presurización de aire en pisos	Si	Si	No	No
Presurización de aire en escaleras	Si	Si	No	No
Recubrimiento retardante flama en estructuras	Si	Si	Si/No	No
<b>Equipo de seguridad</b>				
CCTV en accesos	Si	Si/No	No	No
Vigilancia permanente	Si	Si	Si/No	No
Acceso con tarjeta magnética	Si	Si/ No	No	No
Recepción y registro	Si	Si	Si/No	No
Compañía administradora del inmueble	Si	Si	Si/No	Si/No
<b>Aire Acondicionado</b>	Aire Acondicionado con 1 o 2 manejadoras por piso	Deberá contar con HVAC	Se contempla aire lavado	Ventilación natural
<b>Instalación Eléctrica</b>				
Planta de luz eléctrica	Si	Si/No	No	No
Planta de emergencia	Si	Si	Si/No	No
Subestación eléctrica	Si	Si/No	No	No
Sensores de movimiento para iluminación	Si	Si	Si/No	No
Sistema de tierra y pararrayos	Si	Si	Si/No	Si/No
<b>Instalaciones</b>				
Control de consumo de agua en baños	Si	Si/No	No	No
<b>Instalación Sanitaria</b>				
Planta de tratamiento de agua	Si	Si/No	No	No
<b>Ubicación y acceso</b>				
Corredores	Dentro de los corredores	Dentro de los corredores	Podrían estar fuera de los corredores	Podrían estar fuera de los corredores

CRITERIOS	EDIFICIO CLASE A+	EDIFICIO CLASE A	EDIFICIO CLASE B	EDIFICIO CLASE C
Acceso a avenidas principales	Si	Si	Si/No	Si/No
Amenidades en el inmueble	Si	No	No	No
Facilidades para minusválidos	Si	En algunos casos	No	No
Comunicaciones	Fibra óptica	Fibra óptica	Cableado análogo	Cableado análogo

Tabla 1.- Criterio de clasificación de oficinas.<sup>10</sup>

Es de resaltar que la certificación tipo LEED puede ser aplicada a oficinas de diferente clases, aunque es de esperarse que la liquidez para invertir en una certificación se presente más fácilmente en los edificios A y A+.

En la Tabla 2 se presenta el inventario de oficinas A y A+ para la Cd. de México, Monterrey y Guadalajara, así como su disponibilidad y precio de renta.

Región	EDIFICIOS	INVENTARIO (M <sup>2</sup> )	DISPONIBILIDAD (M <sup>2</sup> )	PRECIO DE LISTA EN RENTA (US\$/M <sup>2</sup> /MES)
MX,Azcapotzalco	5	87,778	0	\$19.25
MX, Bosques	22	320,992	18,320	\$22.57
Mx, Insurgentes	38	504,699	65,359	\$24.70
MX, Interlomas	10	71,165	12,696	\$21.52
MX, Lomas Altas	7	86,464	15,697	\$23.63
MX, Lomas Palmas	63	545,758	40,225	\$30.75
MX, Periférico Sur	34	375,942	31,907	\$23.84
MX, Perinorte	7	69,393	30,364	\$17.72
MX, Polanco	34	709,135	61,834	\$27.35
MX, Reforma Centro	15	445,727	98,389	\$31.35
MX, Santa Fe	66	1,059,119	114,893	\$21.48
<b>Subtotal MX</b>	<b>301</b>	<b>4,276,172</b>	<b>489,684</b>	<b>\$25.43</b>
<b>Subtotal MTY</b>	<b>N/D</b>	<b>757,455</b>	<b>100,665</b>	<b>\$20.15</b>
<b>Subtotal GDL</b>	<b>N/D</b>	<b>307,833</b>	<b>23,239</b>	<b>\$18.86</b>
<b>TOTAL</b>		<b>5,341,460</b>	<b>613,588</b>	

Tabla 2.- Inventario total de oficinas A y A+ (2013)<sup>11</sup>

Del análisis de la demanda podemos decir que existe una gran cantidad de edificios (301) tan sólo en la Cd. de México, que debido al precio por m<sup>2</sup> se podría considerar una remodelación para certificarse con LEED. Sumando Monterrey y Guadalajara se tienen más de cinco millones de m<sup>2</sup> en donde se les podría aplicar la certificación LEED de Edificios Existentes para Operación y Mantenimiento. Ya que son oficinas A y A+, éstas cumplirían con varios

<sup>10</sup>Colliers International. Reporte de Mercado Anual 2006/2007. Ciudad de México

<sup>11</sup>CB RICHARD ELLIS. OFICINAS INSIGHT 2013. 2013.

requisitos y créditos que solicita la certificación. Al ser oficinas los dueños, arrendadores y operadores del edificio tendrían todo el turno nocturno más el fin de semana para lograr y conseguir los créditos.

Esta tesis se limita a edificios existentes, pero es relevante detallar que el mercado de oficinas tipo A y A+ sigue creciendo.

Región	INVENTARIO (M <sup>2</sup> )	CONSTRUCCIÓN (M <sup>2</sup> )	TASA CREC. (%)
Ciudad de Méx.	4,276,172	1,005,274	23.5%
Monterrey	757,455	257,622	34.0%
Guadalajara	307,833	39,785	12.9%
<b>TOTAL</b>	<b>5,341,460</b>	<b>1,302,681</b>	<b>24.4%</b>

Tabla 3.- Construcción de oficinas A y A+ (2013) <sup>12</sup>

Para los próximos tres años el inventario crecerá 24% en oficinas nuevas. La tasa de crecimiento es muy alta y es importante que éstas oficinas nuevas cuenten con la filosofía de sustentabilidad, cuenten con los equipos y con las medidas que ofrezcan al inquilino y al usuario un ambiente óptimo para desempeñar sus necesidades y que el propietario esté dispuesto a invertir.

Según expertos en el tema, 49 % de los que rentan oficinas de lujo son empresas de capital Internacional, 45% son de capital nacional y 6% son arrendamientos por parte del Gobierno.

<sup>13</sup>

Los consorcios internacionales demandan cada vez más oficinas que les representen el menor costo en operación y mantenimiento. Ya no es prioridad el precio de lista por m<sup>2</sup>, sino también el precio indirecto asociado a su operación.

Si se comparara los costos iniciales o de construcción, los costos de operación y mantenimiento y los costos del personal que laboraría en la vida útil de un edificio, se dice que la relación es 1:5:200. <sup>14</sup> Esto quiere decir que si el costo de construcción fue uno, entonces el costo de mantenimiento y operación va a ser de 5 y el costo operativo del negocio (salarios) va a ser de 200 durante la vida útil del edificio.

<sup>12</sup>Op.Cit.,CB RICHARD ELLIS, p.p. 3, 8 y 13.

<sup>13</sup>Ramírez, Karla. Periódico Reforma, Secc. Negocios, 4 de noviembre de 2008, pp 4.

<sup>14</sup> Academia Real de Ingeniería del Reino Unido. Consultado en Internet en :< [www.raeng.org.uk/news/publications/reports](http://www.raeng.org.uk/news/publications/reports)> el día 15 de noviembre de 2013.

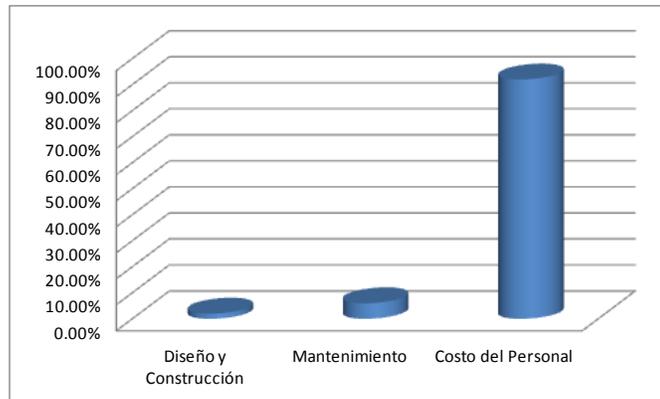


Gráfico 1.- Costo Total de un edificio en 30 años de vida útil.

Otra fuente nos establece que del costo total de un edificio con vida útil de 30 años, el 2% representa el costo de construcción y diseño, el 6% el costo de operación y mantenimiento y el 92% el costo de personal.<sup>15</sup> Esto nos da una relación de 1:3:46, comparando con el esquema anterior.

Debido a los altos costos de mantenimiento y operación de los edificios, diferentes entidades y organismos alrededor del mundo se han sumado a los esfuerzos por optimizar estos gastos, disminuyendo los costos de operación y aumentando la productividad de los empleados.

Considerando que la gente pasa el 90% del tiempo adentro de un edificio y gran parte de este tiempo es el trabajo y además la contaminación del aire adentro de un edificio es del orden de 10 a 100 veces más dañina que en el exterior, se puede decir que mejorando la calidad de la infraestructura podemos mejorar la calidad de vida de las personas.<sup>16</sup>

Por ejemplo, la certificación LEED Diseño Interior y Construcción arroja un promedio de 39 horas menos de ausencias por persona anualmente.<sup>17</sup> No sólo mejora los costos de mantenimientos sino también mejora la productividad de los empleados.

Algunos ejemplos de empresas que buscan rentar únicamente infraestructura LEED, cuando es posible:

- Hoteles City Express (San Luis, Guadalajara, Irapuato, Juárez, León, Monterrey, Puebla, Querétaro)
- Oficinas corporativas Torre Mayor, HSBC, Coca-Cola, Starbucks, Oficinas Prodigy (Ciudad de México)
- The American School Foundation, A.C. (Ciudad de México)

<sup>15</sup> Romm, Joseph. Sustainable Building Technical Manual. pp. 13, EE.UU., 1996.

<sup>16</sup> USEPA. Indoor Air Quality. 2003.

<sup>17</sup> Vickroy, Rod. LEED for Commercial Interiors Can Result In Productivity Gains, Energy Savings. 2010. consultado en <<http://www.facilitiesnet.com/energyefficiency/article/LEED-for-Commercial-Interiors-Can-Result-In-Productivity-Gains-Energy-Savings--11709>> el 19 de diciembre de 2013.

- Grainger México (Monterrey)
- Sucursales HSBC (San Cristóbal de las Casas, Saltillo, Lagos de Moreno, Comitán, Monterrey, Ensenada, San Quintín, Ciudad Cuauhtemoc, San Luis Potosí, Ciudad de México, Puebla, Toluca, San Juan del Río, Toluca, Zacapoaxtla, Cholula, Guadalajara, Ocotlán, Nuevo Laredo, Chihuahua, San José de Iturbide)
- Nestlé de México (Chiapas)

La certificación se ha aplicada a infraestructura en diferentes estados que comprenden ecosistemas variados (selva, bosque, desierto, costa, ciudad). Esto habla de la flexibilidad que otorga la certificación LEED.

En E.E.U.U. se localizan la mayor cantidad de edificios con certificación LEED, esto se debe a que varias entidades corporativas y gubernamentales ya exigen dicha certificación. Algunos ejemplos:

- Infraestructura de la Marina y el Ejercito de los EEUU
- Ford Motor Company (EEUU)
- El estado de Maryland ya lo obligo para construcciones de más de 697 m<sup>2</sup>.<sup>18</sup>

## ii) Análisis de la oferta

A continuación se presentan algunas de las certificaciones a nivel mundial.



En el año de 1990 se crea BREEAM en Inglaterra. BREEAM es un método de evaluación ambiental independiente y creíble que utiliza el esquema de certificación voluntaria. La certificación está basada en créditos y se enfoca a los clientes. Dentro de los principales objetivos de BREEAM se encuentran:

- Reducir los impactos ambientales de las edificaciones e infraestructuras
- Mejorar condiciones para los usuarios en interiores
- Establecer criterios y estándares por encima de los exigidos por la legislación

Los beneficios de la certificación BREEAM son:

- Reducción de los impactos ambientales
- Funcionalidad mejorada, flexibilidad y durabilidad
- Mayor satisfacción del usuario

---

<sup>18</sup> Northbridge Environmental Management Consultants. Analyzing the Cost of Obtaining LEED Certification. 2003.

- Demostrar el mejoramiento del rendimiento (diseño y operación)
- Mejor potencial de ventas

Como pioneros en la certificación de edificios sustentables, BREEAM propone créditos obligatorios y créditos no obligatorios.

La calificación final es igual a la suma de los créditos mínimos más los créditos no obligatorios más los créditos de innovación.



La certificación japonesa *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE) Es un sistema líder de certificación de diseño, construcción y operación de edificios verdes creado en 2001. De igual manera que la certificación japonesa, CASBEE, no es normativa del reglamento japonés de construcción. Es de cumplimiento opcional y hace uso de créditos a cumplir en las áreas de eficiencia energética, eficiencia en el uso de recursos, medio ambiente local, ambiente interior.

CASBEE toma en cuenta para su evaluación, dos factores: calidad en interiores para el usuario y los impactos negativos que se tienen hacia el medio ambiente.

La relación de estos dos factores la llama el factor de eficiencia ambiental.



*Green Star* es un sistema voluntario de calificación ambiental que evalúa el diseño, así como la construcción de edificios.

*Green Star* ha sido desarrollado para el sector inmobiliario con el fin de:

- Establecer un lenguaje común
- Establecer un estándar de medida para los edificios ecológicos
- Promover la gestión integrada, todo el diseño de los edificios
- Reconocer el liderazgo medioambiental
- Identificar la construcción de los impactos del ciclo de vida
- Sensibilizar a los beneficios de la construcción verde.

*Green Star* abarca una serie de categorías que evalúan el impacto ambiental, que es una consecuencia directa de los proyectos desde la selección de un sitio, diseño, construcción hasta la operación y el mantenimiento.



# DGNB

Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V.  
German Sustainable Building Council

El Consejo Alemán de la Construcción Sustentable (DGNB) por sus siglas en alemán, junto con el Ministerio Federal de Transportes, Construcción y Asuntos Urbanos desarrolló una certificación para ser utilizada como una herramienta para la planificación y evaluación de los edificios concerniente a la calidad. Seis temas son los que se evalúan: ecología, economía, temas sociales, culturales y funcionales, técnicas, procesos, y la ubicación.

En la Tabla 4 se muestra la comparativa de las distintas certificaciones mundiales. En esta se adelantan los alcances de LEED, que se explicará a fondo en el capítulo uno.

	LEED	GREEN STAR	CASBEE	DGNB	BREEAM
Ubicación sustentable	X	X	X	X	X
Eficiencia del agua	X	X	X	X	X
Energía y atmosfera	X	X	X	X	X
Materiales y recursos	X	X	X	X	X
Calidad ambiental interior	X	X	X	X	X
Innovación y diseño	X	X	X	X	X
Emisiones	X	X			X
Calidad económica				X	
Calidad en procesos				X	
Características regionales	X				X
Administración	X				X

Tabla 4.- Comparativa de certificaciones.

### c) Objetivo

El mercado de certificaciones en infraestructura es amplio, hay algunas que se tienen mayor antigüedad y hay otras más recientes que cubren nuevos aspectos. LEED es la certificación por excelencia para el mercado estadounidense, y esta se ha enfocado en distintas áreas. La presente tesis se va a enfocar en el rubro de Operación llamada *LEED v4 FOR EXISTING BUILDINGS: OPERATIONS AND MAINTENANCE*, en adelante EBOM.

EBOM es la certificación que cubre los aspectos de operación y mantenimiento de edificios existentes. Para certificarse hay que cumplir con requisitos establecidos y con un número mínimo de puntos obtenidos a través de los distintos créditos.

Para EBOM existen 52 conceptos de los cuales 12 son requisitos, que pueden sumar hasta 110 puntos. Existen beneficios de invertir en una remodelación para certificarse en EBOM, estos se explicarán a detalle en el capítulo uno pero ¿cómo sabemos cuánto y en qué invertir? Es tarea del gestor en la certificación decidir en qué créditos se quiere invertir, por lo tanto existen múltiples combinaciones que arrojan diferentes puntuaciones.

Si se tuviera una cantidad limitada en presupuesto para certificarse, ¿a qué créditos del *checklist* de LEED, se le tendrían que invertir para obtener el mayor puntaje LEED?

Tomamos como hipótesis que existen estrategias y combinaciones de créditos que optimizan los recursos económicos otorgando el más alto puntaje dado una cantidad de recursos económicos limitada.

El objetivo de esta tesis es encontrar la estrategia y combinación que cumpla con la hipótesis. Se deberá encontrar la estrategia que maximice la puntuación obtenida con recursos limitados. Suponiendo una cantidad finita para invertir en la certificación dependerá de la estrategia y la elección de créditos, nuestro puntaje final. Una mala estrategia nos arrojará un bajo puntaje.

Confirmando la hipótesis asistiremos a los futuros Gerentes de Proyecto en EBOM, para optimizar un presupuesto de certificación definiendo en que actividades se tendrían que destinar los recursos, en qué orden y prioridad para así obtener la mejor puntuación LEED consiguiendo mejor reputación como edificio de oficinas sustentables, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental y aumentando la rentabilidad de los propietarios.

## 1. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

LEED es la referencia más usada para certificar edificios sustentables que abarca el diseño, la construcción y la operación de edificios de alto desempeño. En EE.UU. es la certificación líder.

LEED es un sistema de valuación por terceros que evalúa el grado de sustentabilidad de los edificios. Es una certificación americana voluntaria, esto quiere decir que no es obligatoria.

LEED es la certificación que se actualiza constantemente por el *U.S. Green Building Council* (USGBC). La relación que guardan es simbiótica, LEED marca los parámetros de certificación y USGBC estudia que contenidos se deben actualizar en LEED.

USGBC es una organización no gubernamental sin fines de lucro que a través de sus miembros de su comité y comités voluntarios hacen la construcción verde accesible a todas las personas de esta generación.

En el 2009 contaban con 18,000 miembros, organizaciones y personas, que participan activamente en la actualización y seguimiento de la certificación.<sup>19</sup>

LEED ha aportado al desarrollo de los edificios verdes ya que a través de este tipo de certificaciones se logra:

- Medir los esfuerzos con números reales, mantener un estadístico en el tiempo de los ahorros y consumibles.
- Desarrollar una mejor comunicación de casos de éxito, así como de mejores prácticas.
- Crear una filosofía de mejora continua en cuanto a procedimientos y prácticas que se están actualizando día con día mediante terceros.
- Atraer a los medios de comunicación.
- Hacer conciencia en las personas para el cuidado del medio ambiente.
- Alcanzar objetivos claros y definidos ya que se pueden medir.<sup>20</sup>

Un edificio sustentable típico certificado por LEED, tiene las siguientes características.

- Usa 40% menos energía
- Mayor eficiencia y menores costos en operación y mantenimiento
- Selección de terreno y alineación óptima.
- Paredes, ventanas y techos con mayor eficiencia térmica.
- Equipos de Aire Acondicionado, calefacción y ventilación (HVAC) de menor capacidad.
- Eficiente sistema hidrosanitario y pluvial, así como de tratamiento de aguas.
- Mejor uso de luz natural

En el año de 1993, con la formación del USGBC, los miembros se dieron cuenta que el mercado de infraestructura requería un sistema para definir y medir los “edificios verdes”.

---

<sup>19</sup> USGBC. LEED 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance. 2009, pp. 1.

<sup>20</sup> USGBC. LEED CI v 2.0.EE.UU., 2005.

USGBC, a través de un grupo multidisciplinar de arquitectos, agentes inmobiliarios, propietarios de edificios, abogados ambientalistas, y representantes de la industria, empezaron a definir las métricas de construcción verde, así como el sistema de clasificación. La primera versión de certificación fue la 1.0 y fue lanzada en 1998. Después de intensas modificaciones en forma y fondo se lanzó la versión 2.0 en marzo de 2000, con la versión 2.1 en 2002, la versión 2.2 en 2005, la versión 3 en 2009 y la versión 4 en 2013.

LEED mantiene un sistema de certificación para distintos tipos de infraestructura. La certificación a estudiar en esta tesis es la referente a LEED para edificios existentes: Operación y mantenimiento.

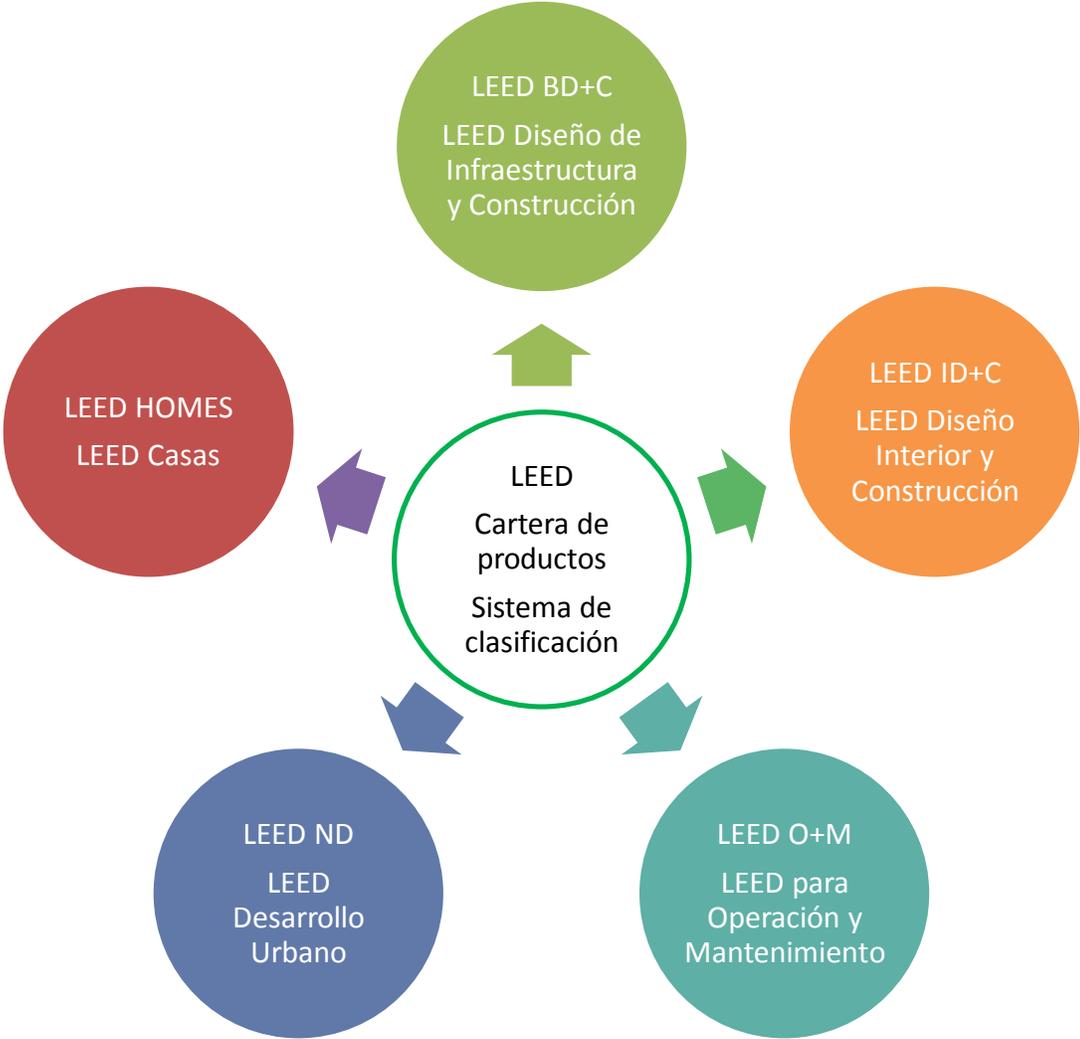


Ilustración 4.- Ámbitos de certificación LEED.

Los 5 productos del sistema de clasificación LEED son:

- i. LEED Diseño de Infraestructura y Construcción (LEED BD+C).- Clasificación que está diseñada para guiar y distinguir el buen desempeño de proyectos comerciales e institucionales en la construcción y diseño de nuevas construcciones así como también grandes remodelaciones.
- ii. LEED Diseño Interior y Construcción (LEED ID+C).- Clasificación que abarca la remodelación de interiores, se promueve un ambiente sano y productivo para trabajar.
- iii. LEED Operación y Mantenimiento (LEED O+M).- Clasificación que abarca las mejores prácticas en las actividades del inmueble propias del área de operación y mantenimiento. El objetivo es identificar las formas de reducir las cargas y los daños ambientales de cada sistema, sin aumentar el impacto en los demás sistemas.
- iv. LEED Desarrollo Urbano (LEED ND).- Sistema de evaluación para desarrollos urbanos. Toma las mejores prácticas del urbanismo moderno para mitigar los efectos ambientales de grandes comunidades. Se enfoca en la ubicación, en la densidad demográfica, en el cumplimiento de normativas locales, etc.
- v. LEED Casas (LEED HOMES).- Sistema de evaluación enfocado a casas verdes. Promueve el diseño y construcción de viviendas de alto rendimiento energético, así como sustentables.

Las cinco clasificaciones tienen sub clasificación según se muestra:

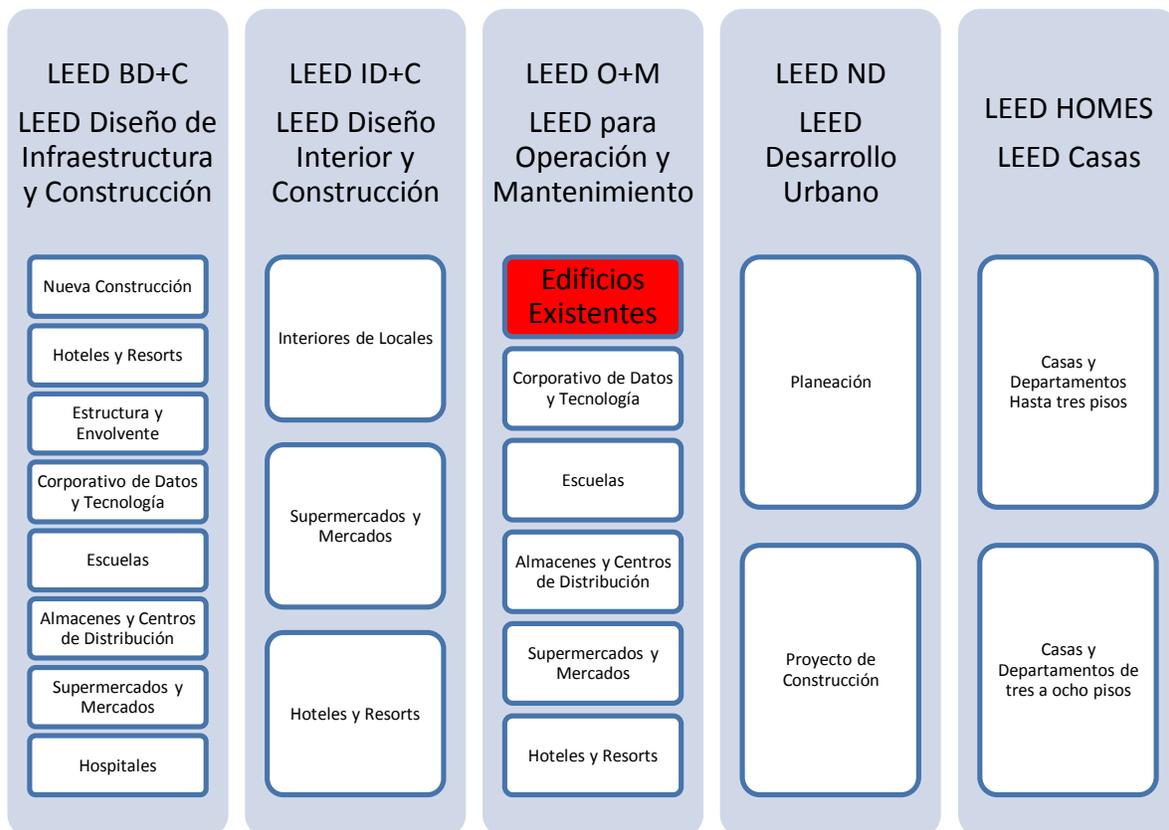


Ilustración 5.- Sub clasificaciones LEED

La certificación LEED en el Mundo y en México ha crecido aceleradamente los últimos años. El auge de los edificios sustentables y verdes sigue creciendo.

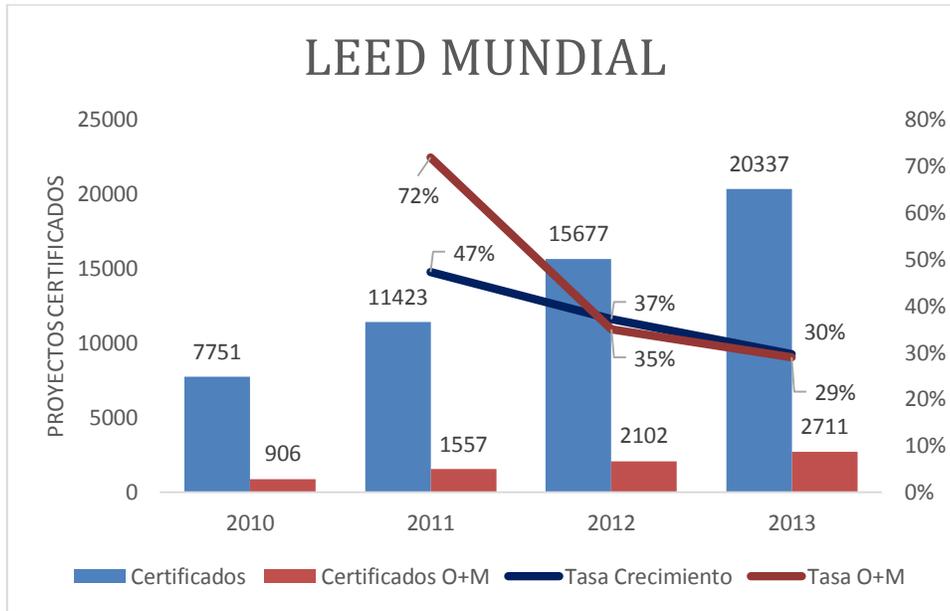


Gráfico 2.- Proyectos LEED en el Mundo (USGBC, 2014)

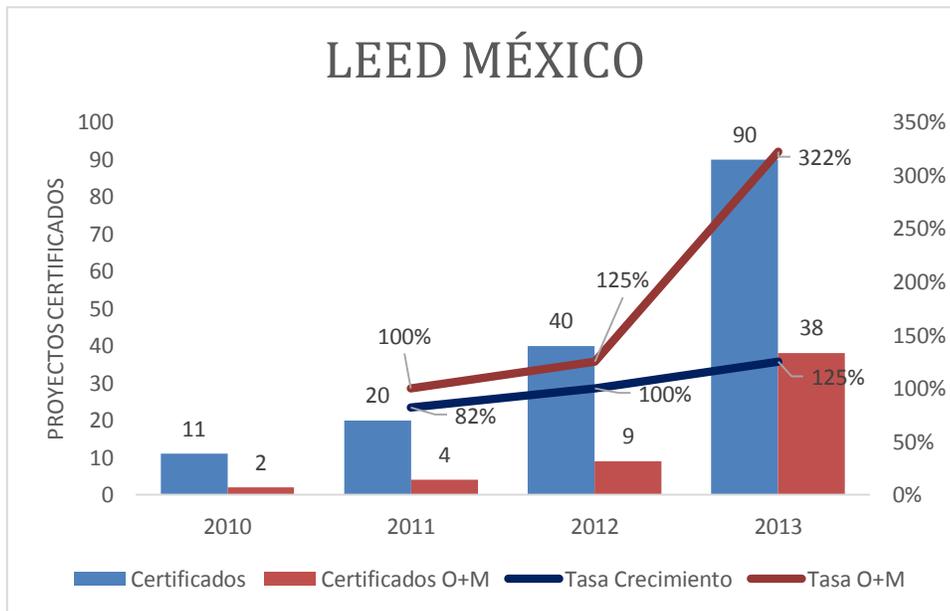


Gráfico 3.- Proyectos LEED en México (USGBC, 2014)

En México la certificación LEED ha tenido gran aceptación, las tasas de crecimiento en los últimos tres años superan el 100% para la certificación en Operación y Mantenimiento. Del

año 2012 al 2013 para dicha certificación hubo un crecimiento desmedido de más del 300% debido a que las sucursales de banco HSBC tomaron como estándar la certificación.

Los gráficos anteriores muestran información del 2010 al 2013. Para el año en curso, en México, existen 105 edificios certificados y otros 364 registrados y en proceso para certificarse. De los 105 edificios certificados, siete son de oficinas.<sup>21</sup>

En México los productos más usados son LEED BD+C, LEED O+M, LEED ID+C.

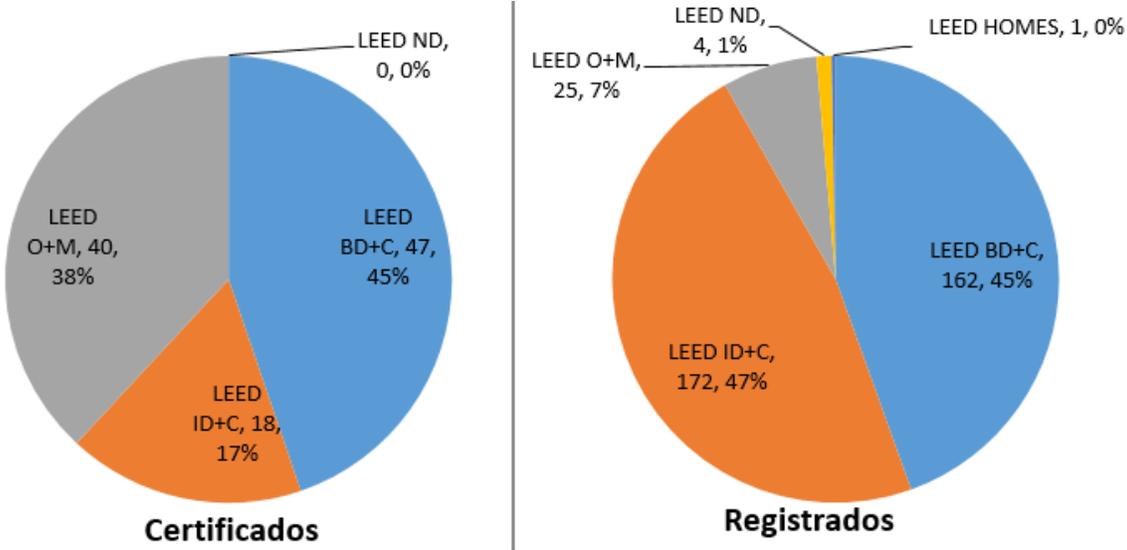


Ilustración 6.- Tipos de clasificación LEED en México.<sup>22</sup>

Una vez que se define cual clasificación se quiere obtener se procede a cumplir el siguiente proceso de certificación. El proceso se puede resumir en:

- a. Registro
- b. Planeación
- c. Construcción
- d. Revisión por un equipo de auditoría.
- e. USGBC certifica el inmueble.

### 1.1 Créditos LEED

El sistema de evaluación LEED en Operación y Mantenimiento, EBOM, consta de 110 puntos que se distribuyen en diferentes tópicos.

<sup>21</sup> USGBC. PUBLIC LEED PROJECT DIRECTORY. Información de proyectos al día 28 de mayo de 2014 a las 05:43 hrs.

<sup>22</sup> *Ibid.*

La calificación evalúa diferentes créditos y éstos pueden otorgar más de un punto. La distribución de puntos está pensada y analizada según el beneficio al ser humano y también por el impacto al medio ambiente.

LEED 2009 usa la Agencia de Protección al Medio Ambiente TRACI, para categorizar y sustentar el peso de cada crédito. TRACI justifica la distribución de puntos basándose en una evaluación del ciclo de vida, ecología, diseño sustentable y prevención de contaminación.

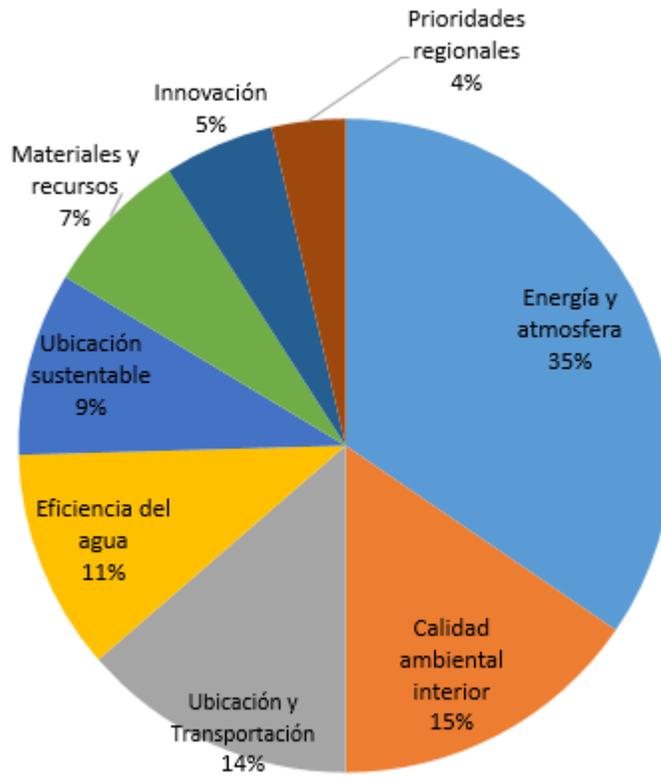
LEED también hace uso del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, NIST por sus siglas en inglés, para confirmar y comparar su distribución de puntos. Con estas dos organizaciones y sumando los criterios de los profesionales acreditados LEED (LEED AP) se cuenta con un sistema de puntos experimentado y fundamentado en criterios reales que buscan el mejor desempeño sustentable en infraestructura.

El sistema de puntos es consistente a través de todos los créditos y está circunscrito a los siguientes lineamientos:

- El mínimo valor de cada crédito es un punto positivo, no hay fracciones ni negativos.
- La evaluación se basa en 110 puntos máximo.

El sistema de evaluación LEED para Operación y Mantenimiento, EBOM, se divide en 8 tópicos.

- Ubicación y Transportación (1 crédito, 15 puntos posibles)
- Ubicación sustentable (6 créditos, 1 requisito, 10 puntos posibles)
- Eficiencia del agua (4 créditos, 2 requisitos y 12 puntos posibles)
- Energía y atmósfera (8 créditos, 4 requisitos y 38 puntos posibles)
- Materiales y recursos (5 créditos, 2 requisitos y 8 puntos posibles)
- Calidad ambiental interior (10 créditos, 3 requisitos y 17 puntos posibles)
- Innovación (2 créditos y 6 puntos posibles)
- Prioridades regionales (4 créditos y 4 puntos posibles)



División de Puntos

Ilustración 7.- Distribución de puntos por tópico

En resumen LEED cuenta con 8 tópicos que engloban 40 créditos, 12 requisitos y 110 posibles puntos.

Los puntos obtenidos arrojan la clasificación para edificios existentes de la siguiente manera:

- Certificado 40 – 49 puntos
- Plata 50 – 59 puntos
- Oro 60 – 79 puntos
- Platino 80 – 110 puntos

El sistema de evaluación LEED cambia en promedio cada cuatro años con el objetivo de considerar nuevas implicaciones ecológicas, así como impactos en el diseño y construcción.

## 1.2 Requisitos mínimos previos

La certificación LEED EBOM se utiliza para todo tipo de edificios existentes que no sean escuelas, supermercados, centros de datos y tecnología, almacenes, centros de distribución, hoteles y resorts.

Para obtener la certificación LEED, el proyecto solicitante deberá satisfacer todos los requisitos y calificar con un mínimo de 40 puntos. Es necesario recertificarse por lo menos cada cinco años. Si un proyecto no se certifica mínimo cada cinco años, tendría que solicitar al sexto año una certificación inicial.

Para la certificación inicial se requiere presentar documentación de funcionamiento y operación de un mínimo de tres meses y máximo de 24 meses para todos los requisitos y los créditos en donde se busque conseguir puntos.

En cuanto a funcionamiento y operación, se deben presentar información ininterrumpida. En caso de presentarse una situación en donde se carece de la medición de dicha información, el tiempo máximo de falta de información es de una semana.

LEED para Operación y mantenimiento no sólo abarca operaciones y mantenimiento, sino también alteraciones en instalaciones y nuevas construcciones.

Las modificaciones que abarca esta certificación son las siguientes:

- Modificación en las instalaciones que no afecten más del 50% del área total del edificio.
- Aumento del área de construcción total del piso por no más del 50%.

Edificios que modifiquen o adicionen más de estos parámetros deberán aplicar bajo el programa de LEED Diseño de Infraestructura y Construcción.

Con el objetivo de dar una guía clara a los clientes, proteger la integridad del programa LEED y reducir problemas en el proceso de certificación existen los requisitos mínimos del programa. Estos requisitos sólo aplican para el programa de 2013 v4:

- i. El edificio debe ser permanente

Ningún edificio que quiera certificarse podrá moverse de lugar o de espacio en cualquier momento de su vida útil p.ej. embarcaciones o casas rodantes.

- ii. Frontera definida

Deben de ser sujetos a revisión todos los terrenos que sean propiedad del edificio. Los terrenos que no sean parte del edificio entran a la certificación. No se pueden excluir terrenos arbitrariamente para que no entren dentro de la certificación.

- iii. Área mínima requerida

El área de m<sup>2</sup> construidos mínima requerida debe ser de 93 m<sup>2</sup>.

iv. Razón de construcción

El área de construcción total del edificio no debe de ser inferior al 2% del área bruta enmarcada dentro de las fronteras del proyecto.

## **2. Metodología de optimización**

El interés de esta tesis pretende optimizar los recursos económicos para distribuirlos en aquellos créditos que menos costo impliquen. Para dicho objetivo se pretende conocer la opinión de los expertos a través de una encuesta en donde se reflejen dos posibles opciones por crédito: 1) Bajo costo o sin costo 2) costo significativo.

### **2.1. Delimitación del problema**

Para el cuestionario realizado se tomarán las siguientes consideraciones:

- Se entrevistarán únicamente a expertos en la materia (profesionales con credenciales de certificación LEED, profesionales en el área de Mantenimiento y Operación que tengan conocimiento de la certificación LEED, dueños y propietarios con propiedades en registro o certificadas)
- Se les preguntará sobre la certificación LEED Operación y Mantenimiento para Edificios Existentes v4 aplicado a un Edificio de Oficinas tipo A o A+.
- Los participantes tendrán a la mano el cuestionario en inglés o en español según su preferencia, Anexo con la distribución de puntos y tabla comparativa de Tipos de Oficinas A y A+.
- Los campos del cuestionario incluirán los 12 requisitos y los 40 créditos. Cada crédito tiene dos opciones a elegir mutuamente excluyentes: Sin/bajo costo o costo significativo.
- Para efectos de conteo sólo serán tomados los créditos y no los requisitos.
- La información presentada en esta tesis fue recopilada entre el mes de febrero y agosto de 2014.
- La encuesta se envió directamente a 24 profesionistas vía correo electrónico, encuesta personal o por medio impreso. Indirectamente se presentó la encuesta a tres diferentes foros electrónicos con profesionistas relacionados con la certificación LEED.
- El enlace electrónico a la encuesta es el siguiente:  
[https://docs.google.com/forms/d/10Mfbab4MgiO0ewoWmgBQ30sjgDQ2s0dWCpjAf5N7wr8/viewform?usp=send\\_form](https://docs.google.com/forms/d/10Mfbab4MgiO0ewoWmgBQ30sjgDQ2s0dWCpjAf5N7wr8/viewform?usp=send_form)
- La encuesta se cerró el día 11 de agosto de 2014, con una respuesta favorable de 35 profesionistas que respondieron la totalidad de la encuesta.

### **2.2. Comparación y análisis**

En este apartado se evaluarán los resultados de las 35 encuestas en cada crédito, empezando con la evaluación general de cada categoría, Gráfico 4; después de los requisitos y también la evaluación de cada crédito y requisito por grupo.

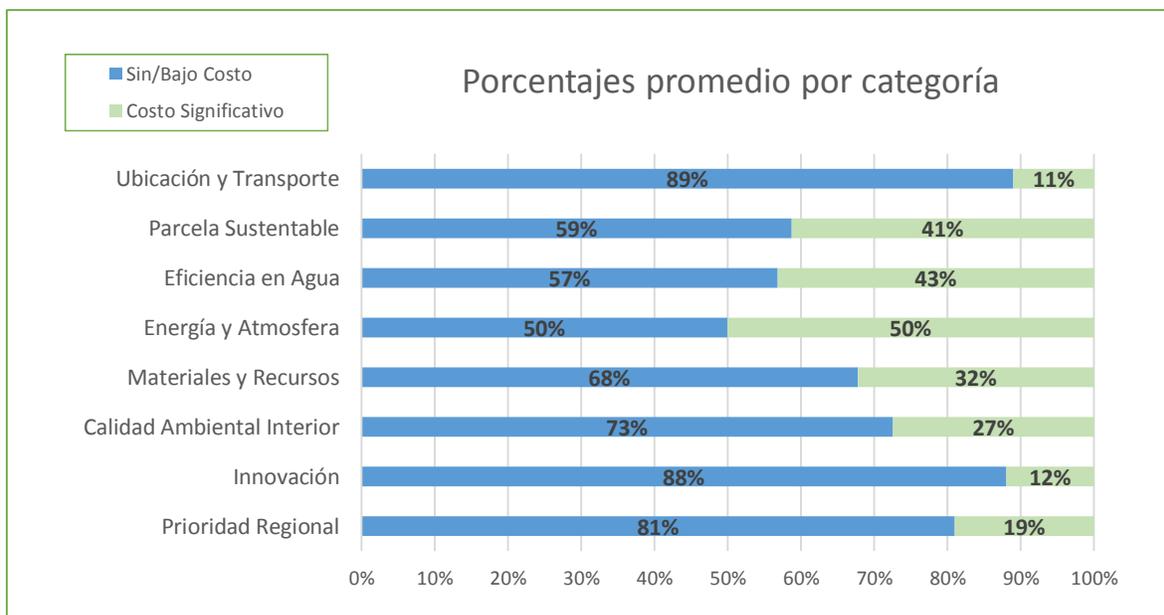


Gráfico 4.- Evaluación por categoría

Las dos categorías que presentan el promedio de puntuación en créditos con mayor incidencia de Sin/Bajo Costo son:

Ubicación y Transporte con 89%, que sólo tiene un crédito y la categoría de Innovación con el 88% que tiene dos créditos.

Todos los créditos (40) promedian una calificación Sin/Bajo Costo de 61%.

### 2.2.1. Costo de requisitos

La certificación LEED EBOM O+M v4 en todos sus niveles de certificación (certificado, plata, oro, platino) solicita cumplir a cabalidad todos los requisitos (12). Por lo tanto es importante comparar los requisitos por separado. En el Gráfico 5 se muestran los requisitos de las 8 diferentes categorías.

De dicho gráfico podemos observar que once de doce requisitos solicitados obligatoriamente están por arriba del 69% de opinión Sin /Bajo Costo.

El único requisito que se ubica fuera del rango anteriormente descrito es el EA Req. 1 “Mejores Prácticas para Eficiencia Energética”, un 40% de los encuestados ubican dicho requisito en Sin/Bajo Costo.

Los requisitos, en general, promedian una opinión del 78% en Sin/Bajo Costo, como se puede ver en la Tabla 5.

Requisitos			Sin/Bajo Costo
PS Req. 1	Política de Gestión de Sitio	Obligatorio	89%
EA Req. 1	Reducción de uso de Agua para Interiores	Obligatorio	40%
EA Req. 2	Medición General de Consumo de Agua	Obligatorio	69%
EyA Req. 1	Mejores Prácticas para Eficiencia Energética	Obligatorio	91%

Requisitos			Sin/Bajo Costo
EyA Req. 2	Mínima Eficiencia Energética	Obligatorio	71%
EyA Req. 3	Medición General de Energéticos	Obligatorio	80%
EyA Req. 4	Gestión de los Refrigerantes Principales	Obligatorio	74%
MR Req. 1	Política de Compras y Basura	Obligatorio	80%
MR Req. 2	Política de Mantenimiento y Remodelaciones	Obligatorio	77%
CA Req. 1	Mínima Condiciones de Calidad de Aire Interior	Obligatorio	71%
CA Req. 2	Control de Áreas de Fumadores	Obligatorio	100%
CA Req. 3	Política de Limpieza y sus Impactos	Obligatorio	91%

Tabla 5.- Opinión Requisitos

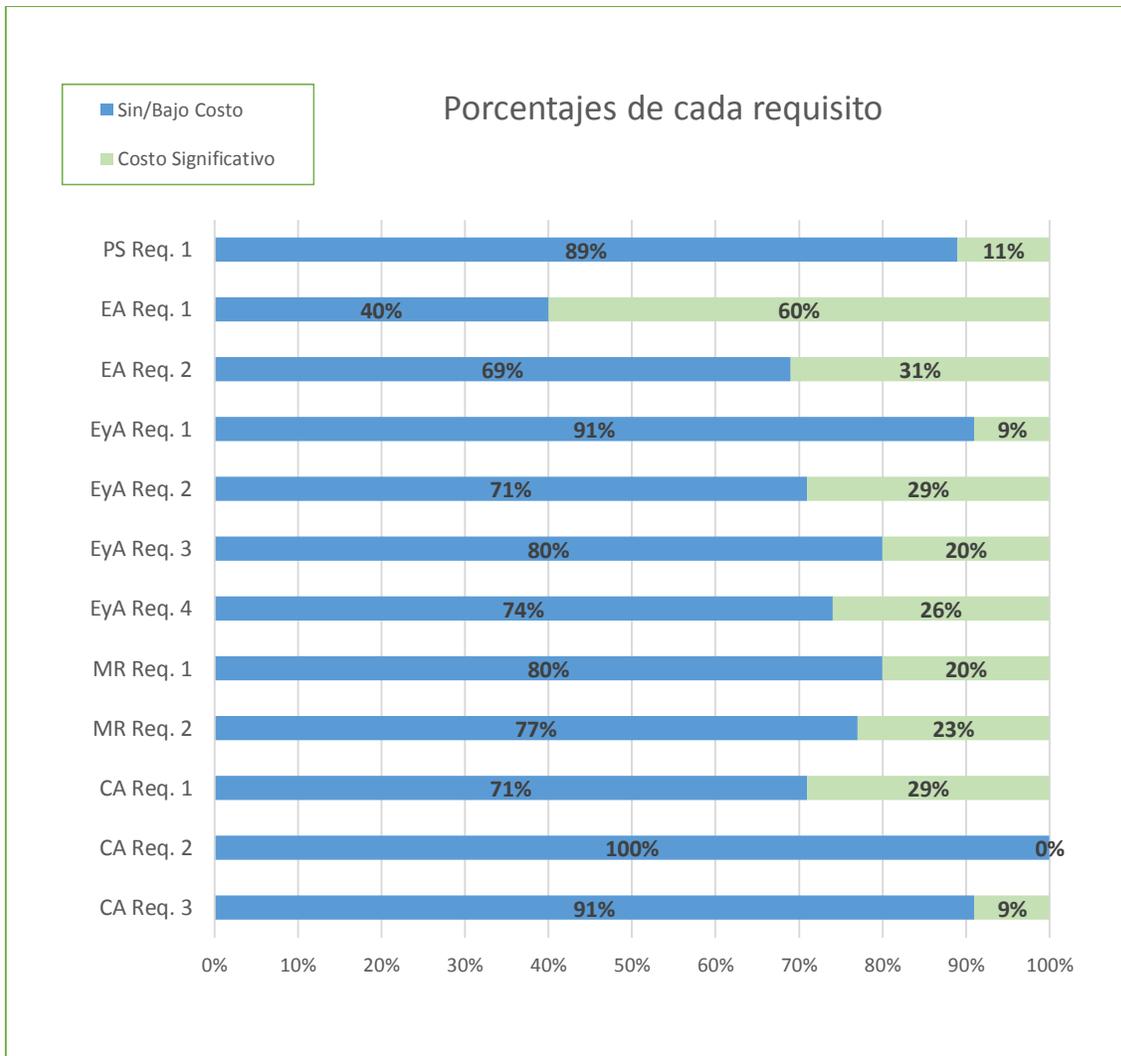


Gráfico 5.- Porcentajes de requisitos

### 2.2.2. Costo categoría Ubicación y Transporte

En la categoría de Ubicación y Transporte sólo nos encontramos un crédito y ningún requisito. En el Gráfico 6 observamos el comportamiento.

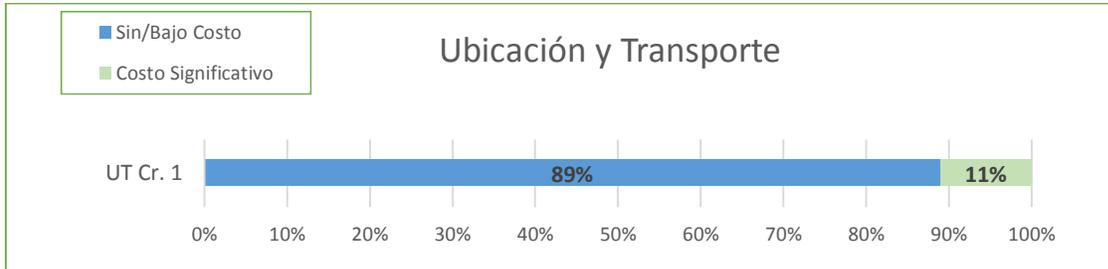


Gráfico 6.- Ubicación y Transporte

### 2.2.3. Costo categoría Parcela Sustentable

Para la categoría Parcela Sustentable el Requisito PS Req.1 calificó con un promedio de 89 % de opiniones Sin/Bajo Costo. Los seis créditos varían entre 17 % y 94% de opinión Sin/Bajo Costo. El crédito declarado por los encuestados cómo más representativo de Sin/Bajo costo fue el PS Cr. 5.- Gestión de sitio. De manera opuesta el crédito PS Cr. 2.- Almacenamiento Pluvial fue evaluado como una medida de costo significativo para implementar. Ver Gráfico 7.

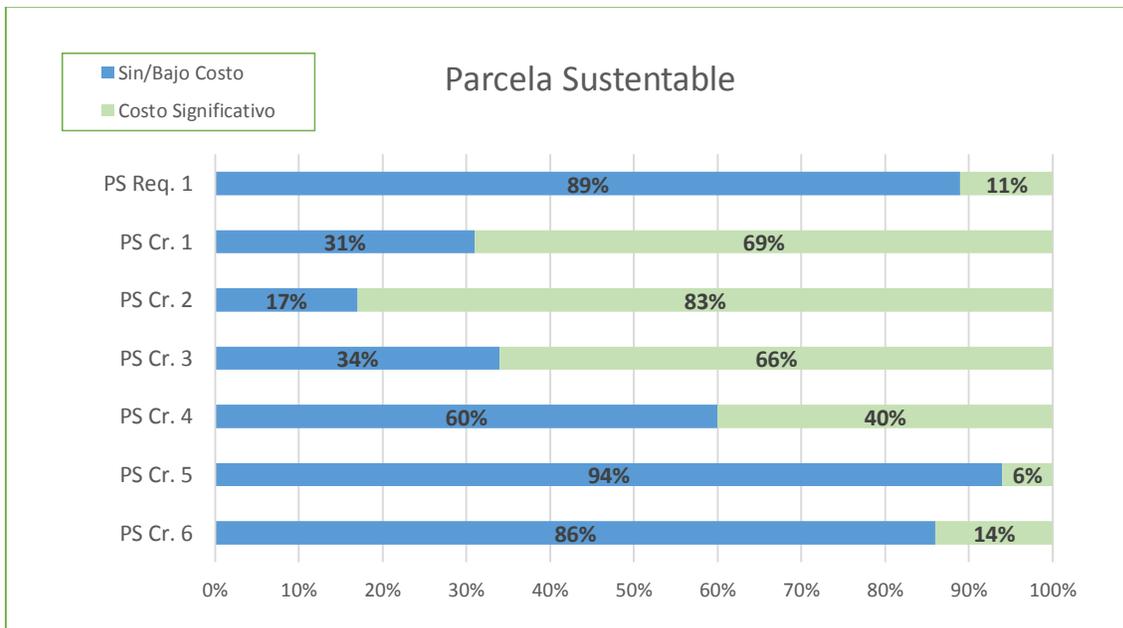


Gráfico 7.- Parcela Sustentable

#### 2.2.4. Costo categoría Eficiencia en Agua

El requisito EA Req. 1.- Reducción de uso de Agua para Interiores promedio una opinión Sin/Bajo Costo del 40% y el requisito EA Req. 2.- Medición General de Consumo de Agua obtuvo una calificación Sin/Bajo costo del 69%. Los cuatro créditos se encuentran en el rango de 29% y 83% de opinión favorables siendo el de menor costo el crédito EA Cr. 1.- Reducción de uso de Agua para Exteriores y el de mayor costo significativo el EA Cr. 2.- Reducción de uso de Agua para Interiores. Ver Gráfico 8.

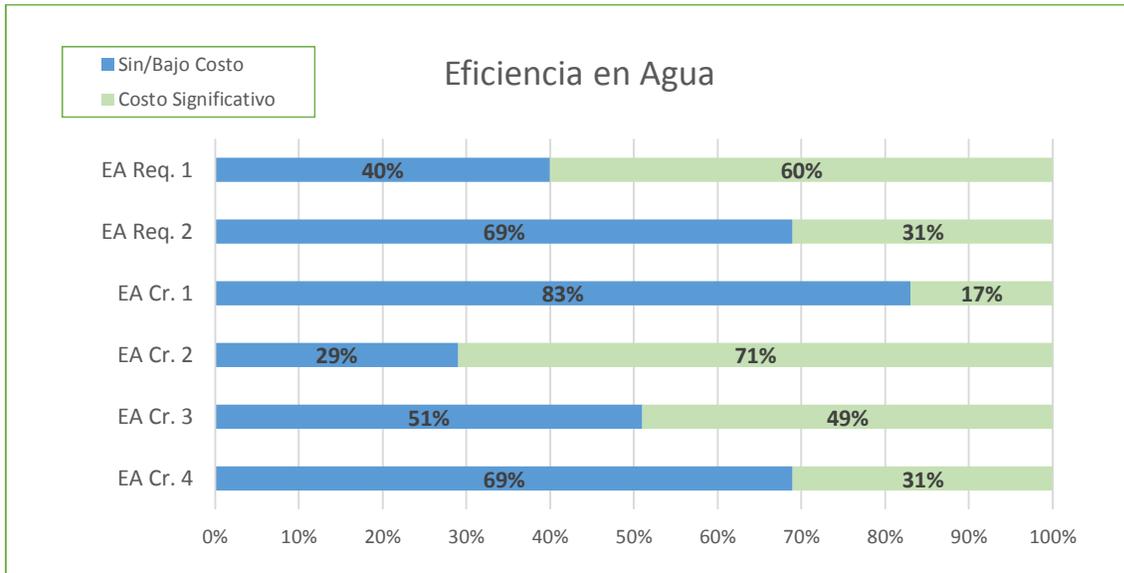


Gráfico 8.-. Eficiencia en Agua

#### 2.2.5. Costo categoría Energía y Atmosfera

La categoría Energía y Atmosfera es la que ofrece más puntos. Son cuatro los requisitos, y presentan una calificación positiva Sin/Bajo Costo de al menos 71%.

El requisito EyA Req. 1.- Mejores Prácticas para Eficiencia Energética promedia una calificación de 91%, el requisito EyA Req. 2.- Mínima Eficiencia Energética obtuvo una opinión del 71%, el requisito EyA Req.3.- Medición General de Energéticos obtuvo una opinión del 80% y el cuarto requisito EyA Req. 4 .- Gestión de los Refrigerantes Principales obtuvo una calificación Sin/Bajo Costo del 74%.

En la presente categoría el rango de opiniones es muy amplio, varía entre el 9% y el 74% de opiniones Sin/Bajo Costo. Siendo 9% el crédito que otorga más puntos, EyA Cr. 4 .- Optimización de Desempeño Energético Comparado. El crédito más económico de implementar para esta categoría sería el crédito EyA Cr. 6.- Gestión Energética en Base a Demanda. Ver Gráfico 9.

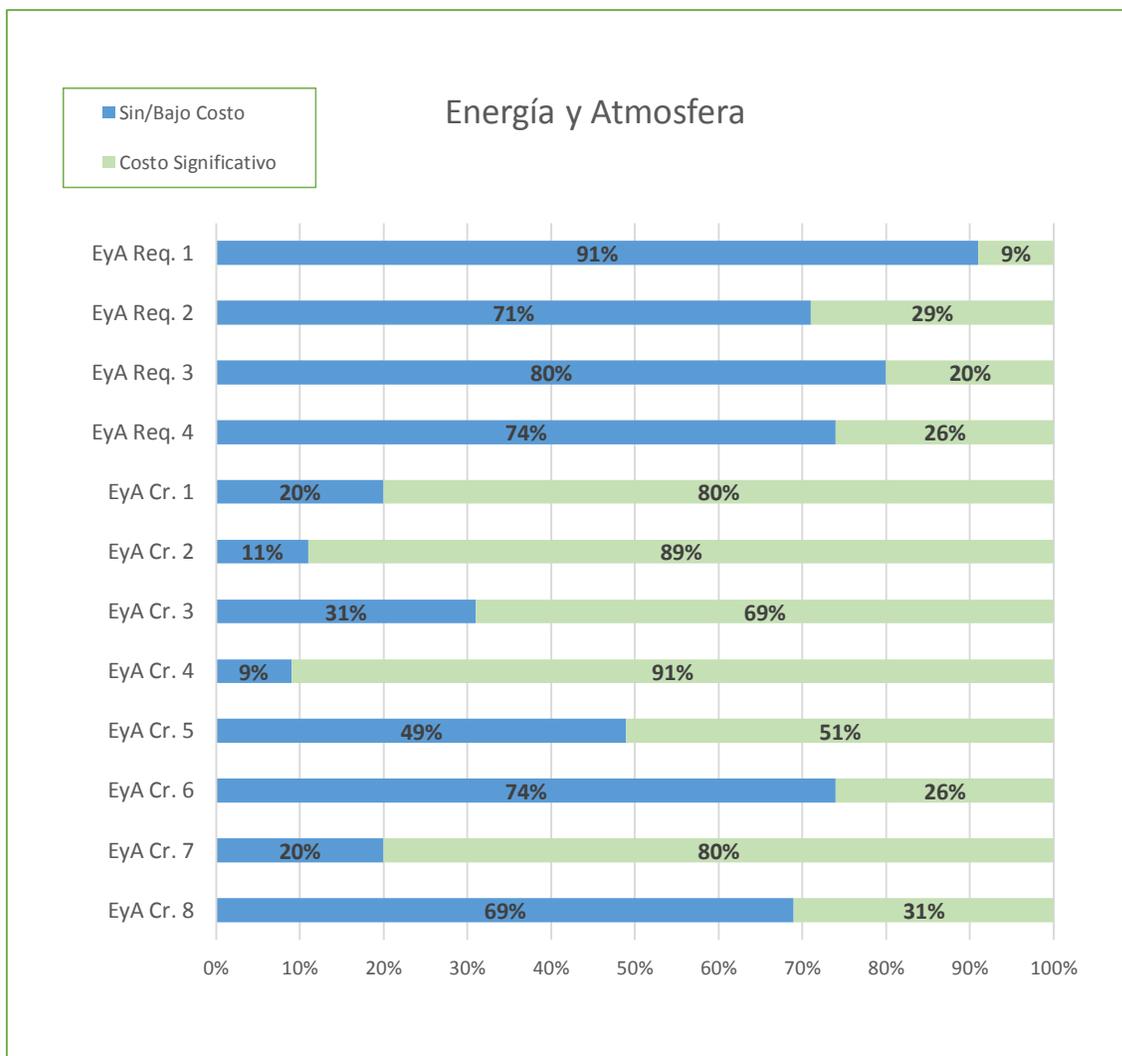


Gráfico 9.- Energía y Atmosfera

### 2.2.6. Costo categoría Materiales y Recursos

El requisito MR Req.1.- Política de Compras y Basura promedia una opinión Sin/Bajo costo del 80% y el requisito MR Req. 2 promedia una opinión del 77%.

Los créditos oscilan entre el rango del 20% y 86% de opiniones Sin/Bajo Costo, siendo la más recurrente, es decir la de menor costo el crédito MR Cr. 4.- Gestión de Disposición de Basura y la de mayor costo significativo el crédito MR Cr. 3.- Compra de Focos Ecológicos. Ver Gráfico 10.

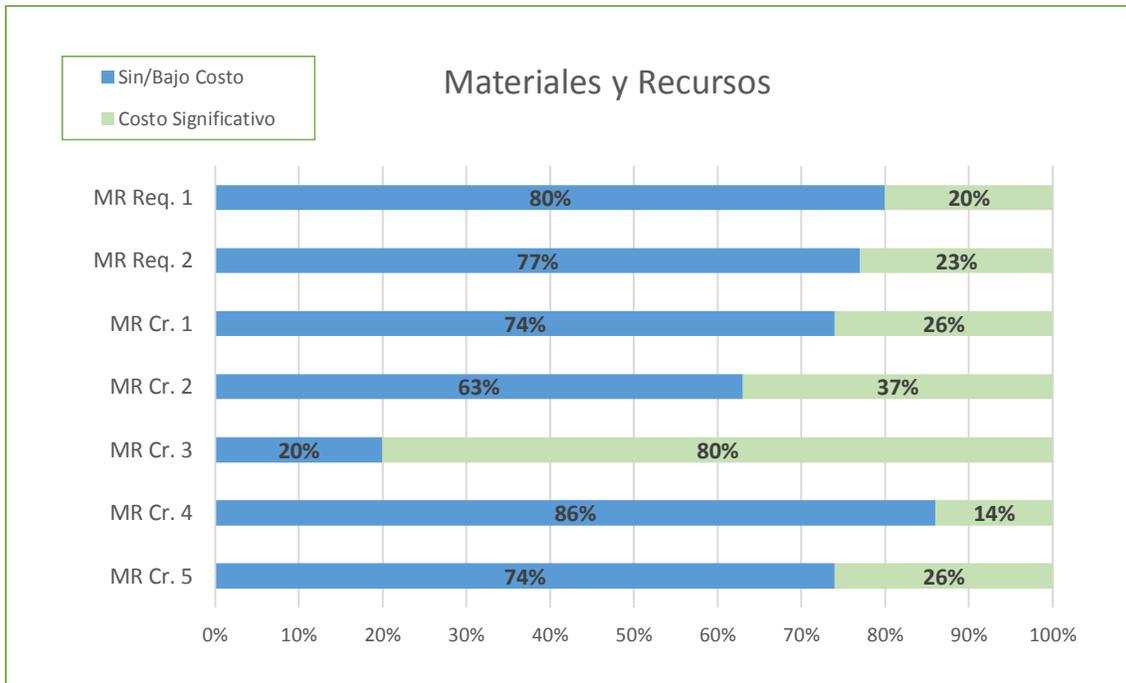


Gráfico 10.- Materiales y Recursos

#### 2.2.7. Costo categoría Calidad Ambiental Interior

Los requisitos en esta categoría presentan un rango de opinión Sin/Bajo Costo, que oscila entre el 71% y el 100%.

Para el requisito CA Req. 1.- Mínima Condiciones de Calidad de Aire Interior los encuestados promedian un 71% de opiniones Sin/Bajo Costo.

Todos los encuestados coinciden que el requisito CA Req. 2.- Control de Áreas de Fumadores no implica costos o implica bajo costo. Para el requisito CA Req. 3.- Política de Limpieza y sus Impactos alrededor de 9 de cada 10 encuestados calificó el requisito Sin/Bajo Costo.

La presente categoría es la que presenta mayor número de créditos, ver Gráfico 11. El crédito con mayor opinión Sin/Bajo costo es el crédito CA Cr.6.- Estudio y Monitoreo de Procesos de Limpieza. Del lado opuesto el crédito menos calificado como Sin/Bajo Costo es el crédito CA Cr.2.- Estrategia de Calidad de Aire Interior.

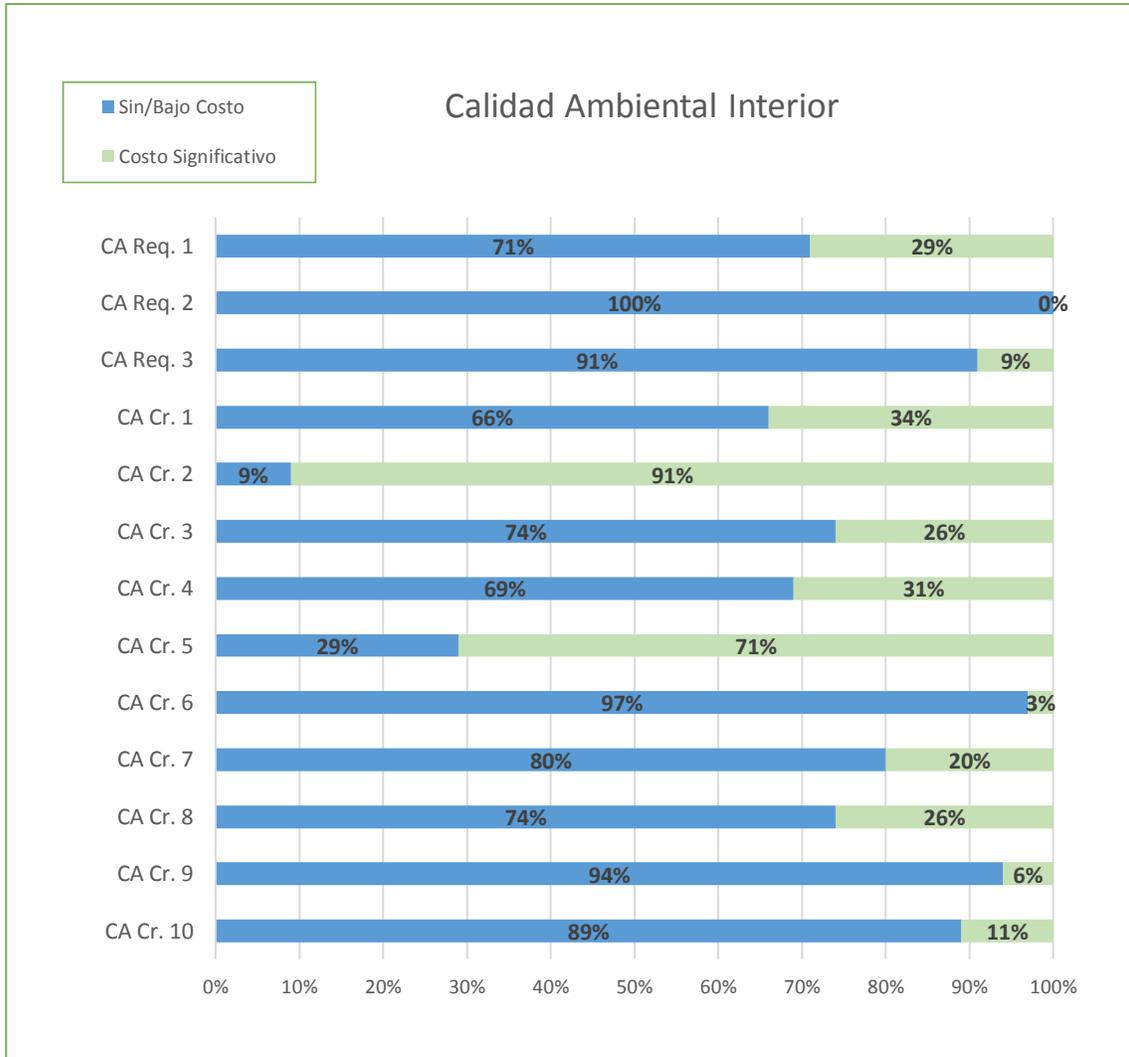


Gráfico 11.- Calidad Ambiental Interior

### 2.2.8. Costo categoría Innovación

La categoría Innovación no presenta requisitos. El crédito IN Cr.1.- Innovación promedio una opinión del 85% Sin/Bajo Costo. El crédito IN Cr. 2.- Profesional Acreditado LEED obtuvo una opinión del 91% Sin / Bajo Costo.

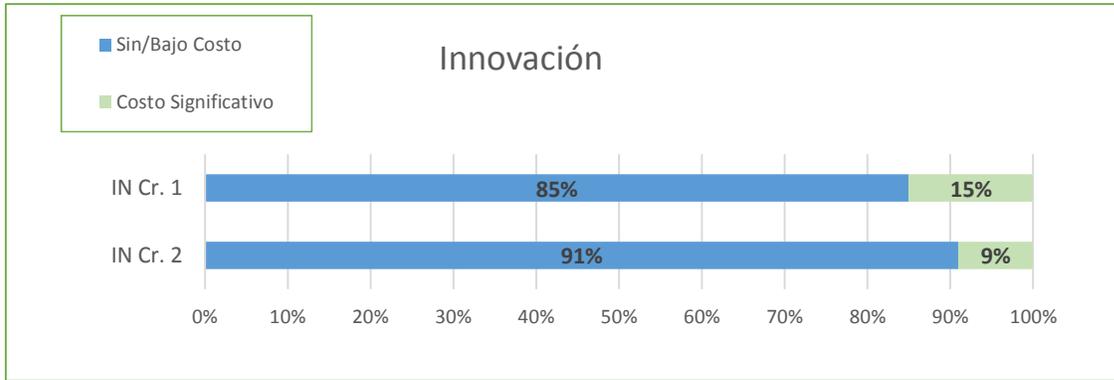


Gráfico 12.- Innovación

### 2.2.9. Costo categoría Prioridad Regional

Para efectos de estudio se normalizaron los cuatro créditos de esta categoría. En cada crédito se presenta el promedio de las opiniones de los expertos, siendo ésta la de 81% Sin/ Bajo Costo.

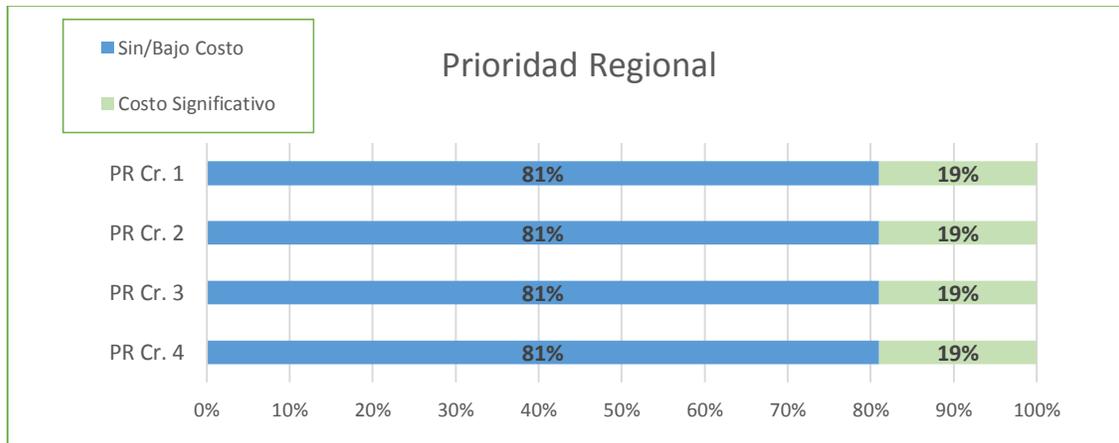


Gráfico 13.- Prioridad Regional

### 2.3. Optimización de créditos

El proceso de optimización de créditos consistirá en ordenar únicamente los créditos. Se Presentarán en orden los créditos empezando con aquellos que recibieron la más alta incidencia de opinión Sin/Bajo Costo y terminando con los que promedian baja opinión Sin/Bajo Costo.

Crédito	Descripción	Sin/Bajo Costo	Puntos	Acum. Puntos
CA Cr. 6	Estudio y Monitoreo de Procesos de Limpieza	97%	1	1
PS Cr. 5	Gestión de Sitio	94%	1	2
CA Cr. 9	Política de Fumigación	94%	2	4
IN Cr. 2	Profesional Acreditado LEED	91%	1	5
UT Cr. 1	Transporte Alternativo	89%	15	20
CA Cr. 10	Encuesta de Confort para Usuarios	89%	1	21
PS Cr. 6	Plan de Mejora Continua	86%	1	22
MR Cr. 4	Gestión de Disposición de Basura	86%	2	24
IN Cr. 1	Innovación	85%	5	29
EA Cr. 1	Reducción de uso de Agua para Exteriores	83%	2	31
PR Cr. 1	Crédito específico por Región	81%	1	32
PR Cr. 2	Crédito específico por Región	81%	1	33
PR Cr. 3	Crédito específico por Región	81%	1	34
PR Cr. 4	Crédito específico por Región	81%	1	35
CA Cr. 7	Limpieza a Base de Productos Ecológicos	80%	1	36
EyA Cr. 6	Gestión Energética en Base a Demanda	74%	3	39
MR Cr. 1	Compra de Consumibles Ecológicos	74%	1	40
MR Cr. 5	Política de Basura de Mantenimiento y Remodelaciones	74%	2	42
CA Cr. 3	Confort térmico	74%	1	43
CA Cr. 8	Limpieza con Equipos Ecológicos y Eficientes	74%	1	44
EA Cr. 4	Medición Particular de Consumo de Agua	69%	2	46
EyA Cr. 8	Gestión Integral de Refrigerantes	69%	1	47
CA Cr. 4	Iluminación interior	69%	2	49
CA Cr. 1	Gestión de Calidad de Aire Interior	66%	2	51
MR Cr. 2	Gestión de Mantenimiento y Remodelaciones	63%	2	53
PS Cr. 4	Reducción de la Contaminación Lumínica	60%	1	54
EA Cr. 3	Uso de Agua en Torres de Enfriamiento	51%	3	57
EyA Cr. 5	Medición Particular Energética	49%	2	59
PS Cr. 3	Reducción de Efecto Isla de Calor	34%	2	61
PS Cr. 1	Desarrollo de Parcela. Proteger o Restaurar el Hábitat	31%	2	63
EyA Cr. 3	Implementación de Mejoras inmediatas Cr.1 EyA y Cr.2 EyA	31%	3	66
EA Cr. 2	Reducción de uso de Agua para Interiores	29%	5	71
CA Cr. 5	Luz Natural y Vistas	29%	4	75
EyA Cr. 1	Análisis del Monitoreo del Edificio	20%	2	77
EyA Cr. 7	Uso de Energía Renovables y Reducción de CO2	20%	5	82
MR Cr. 3	Compra de Focos Ecológicos	20%	1	83
PS Cr. 2	Almacenamiento Pluvial	17%	3	86
EyA Cr. 2	Implementación de Mejoras del Cr.1 EyA	11%	2	88
EyA Cr. 4	Optimización de Desempeño Energético Comparado	9%	20	108
CA Cr. 2	Estrategia de Calidad de Aire Interior	9%	2	110

Tabla 6.- Optimización de Recursos

Para un análisis más general, que involucre la cantidad de puntos promedio por categoría y el porcentaje de opinión Sin/Bajo Costo promedio por categoría tenemos el siguiente análisis.

	Puntos Tot.	Número de Créditos	Puntos Promedio por categoría	Porcentaje Promedio Sin/Bajo Costo	Producto Promedio Porcentaje
Ubicación y Transporte	15	1	15.0	89%	13.4
Innovación	6	2	3.0	88%	2.6
Energía y Atmosfera	38	8	4.8	50%	2.4
Eficiencia en Agua	12	4	3.0	57%	1.7
Calidad Ambiental Interior	17	10	1.7	73%	1.2
Materiales y Recursos	8	5	1.6	68%	1.1
Parcela Sustentable	10	6	1.7	59%	1.0
Prioridad Regional	4	4	1.0	81%	0.8

Tabla 7.- Relación Puntos Promedio y Porcentaje Promedio

### 3. Resultados y conclusiones

Los resultados obtenidos corresponden a la recopilación de 35 encuestas por diferentes medios; de manera escrita, de manera digital por medio de una encuesta online y por medio de entrevistas. De los comentarios adicionales y de las entrevistas se pudieron identificar varias ideas que complementan el resultado de las encuestas. Se presentarán de manera simultánea. La encuesta analizó los costos que implicarían conseguir el crédito o el requisito para edificios existentes. Eso quiere decir un costo de inversión inicial. En varias encuestas, los entrevistados hicieron alusión a qué tan redituable era invertir en algún crédito. Se presentarán las opiniones, aunque el planteamiento es de evaluación de costos iniciales y no el de un análisis de retorno de la inversión por crédito aunque se presentan las opiniones de los expertos.

Las recomendaciones que se presentan corresponden al análisis del investigador, es importante señalar que los resultados se obtuvieron de profesionistas con experiencia en México y en otros países. Se deberá tener caución en la aplicación de las recomendaciones para proyectos en curso y futuros.

#### 3.1. Recomendaciones

La recomendación para obtener un alto puntaje y optimizar los recursos es sin duda plantear una estrategia.<sup>23</sup> Una estrategia que involucre y analice el tipo de usuario, zona geográfica, tipo de inmueble, filosofía sobre retorno de la inversión, proveedores locales, tipo de giro, cantidad de usuarios, población, etc. Con este análisis previo se podrán aumentar los beneficios de lograr una certificación LEED.

Los 40 créditos y 12 requisitos promedian una opinión Sin/Bajo Costo del 65%. Los 40 créditos promedian una opinión Sin/Bajo Costo del 61% y los 12 requisitos promedian una opinión Sin/Bajo Costo del 78%. En base a estos datos la primera recomendación sería certificar un Edificio Existente de oficina A o A+ con la certificación LEED en Operación y Mantenimiento v4. Esta recomendación quiere decir que los edificios catalogados como A y A+ tienen el equipo y los protocolos de operación necesarios para certificarse sin una inversión considerable.

#### Categoría Transporte y Ubicación

El único crédito de la categoría Ubicación y Transporte, y que da 15 puntos, consiste en garantizar que los usuarios del edificio existente se transporten hacia su destino y desde su origen en transporte alternativo (bicicleta, transporte público, llegar caminando, compartir coche, transporte de personal en autobuses). Si se cumplen que el 70% de la población del edificio usa transporte alternativo se otorgan los 15 puntos, si nada más el 10% ocupa transporte alternativo otorgan tres puntos. La distribución intermedia es lineal. En México

---

<sup>23</sup> Silva, Alicia. Ramirez, Miriam. Los Materiales Verdes en la Construcción Sustentable. Conferencia Mensual del IMEI llevada a cabo en la Cd. de México, México, 2014.

lograr que el 70% use transporte alternativo no es difícil, tres de los encuestados trabajando en el corredor Reforma, Cd. de México, manifestaron que entre un 60% y 75% de la población entra en la categoría de uso de transporte alternativo.

### Categoría Parcela Sustentable

El requisito PS Req. 1.- Política de Gestión de Sitio obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 89%. Dicho requisito es una política que entre sus recomendaciones está el usar equipos que necesiten poco mantenimiento, política de limpieza de fachada y banquetas, y control de tipo de basura.

El crédito PS Cr. 1.- Desarrollo de Parcela. Proteger o Restaurar el Hábitat otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 31%. Dicho crédito presentó una baja opinión ya que para obtenerlo se requiere cambiar la arquitectura. Se solicita tener un 20% del área con vegetación del sitio y en caso de no recurrir a esta opción se puede cambiar por donar \$5,000 USD/ 1000 m<sup>2</sup> anuales a favor de asociaciones ambientales.

Este crédito es recomendado para edificios nuevos, para edificios existentes hacer un cambio va a ser costoso pero es benéfico para el bienestar visual de los usuarios.

El crédito PS Cr. 2.- Almacenamiento Pluvial otorga 3 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 17%. Dicho crédito cambia en relación a la ubicación geográfica. Para la Cd. de México en donde se pueden presentar precipitaciones máximas de 30 a 40 mm por día de agua, lograr dicho crédito es muy costoso si no se hace un estudio de periodo de ciclo de las lluvias. El crédito se obtiene almacenando el 95 percentil de un episodio de tormenta para el 25% del área construida.

El crédito PS Cr. 3.- Reducción de Efecto Isla de Calor otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 34%. El crédito tiene como objetivo reducir la isla de calor en la zona. El beneficio no es directo para la operación y mantenimiento del edificio en cuestión. El presente crédito se consigue cubriendo el 50% del área del techo con vegetación, fotoceldas, turbinas eólicas. De las anteriores opciones la recomendación económica es cubrir con vegetación. Hay que cuidar los materiales por temas de humedad en la azotea. Hoy por hoy la eficiencia de conversión de los paneles solares es muy baja y la inversión inicial sigue siendo alta.

El crédito PS Cr. 4.- Reducción de la Contaminación Lumínica otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 60%. Crédito que depende del proyecto inicial del diseñador lumínico. Básicamente indica que las lámparas exteriores no apunten arriba de la horizontal. Cambiar un diseño que no ajuste a lo que marca el crédito tiene un costo bajo.

De la categoría de Parcela Sustentable la recomendación ubica el crédito declarado por los encuestados cómo más representativo de Sin/Bajo costo fue el crédito PS Cr. 5.- Gestión de Sitio que otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 94%. No cuesta ya que es una política de manejo constructivo en remodelaciones.

El segundo puesto dentro de la categoría lo obtuvo una política, el crédito PS Cr. 6.- Plan de Mejora Continua que otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 86%. Consiste en una política en donde se documente la situación actual, los objetivos de mejora, los estándares de medición de desempeño y el proceso de monitorear lo anterior.

En general las políticas que requieran generar documentos de mejora continua, entrevistas y protocolos se catalogaron como Sin /Bajo Costo.

### Categoría Eficiencia en Agua

El requisito EA Req. 1.- Reducción de uso de Agua para Interiores obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 40%. En caso de una remodelación, y sí el edificio no cubre las necesidades del crédito, la solución sí va a costar pero la inversión se paga al poco tiempo. El precio del agua va subiendo y los muebles sanitarios ecológicos van bajando.

El requisito EA Req. 2.- Medición General de Consumo de Agua obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 69%. Instalar medidores de flujo de agua representa poco costo.

El crédito EA Cr. 1.- Reducción de uso de Agua para Exteriores otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 83%. No cuesta, ya que consiste en instalar medidores de flujo en los sistemas de riego.

El crédito EA Cr. 2.- Reducción de uso de Agua para Interiores otorga 5 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 29%. Crédito similar al requisito EA Req. 1 pero con estándares 30% más altos. La misma recomendación que para el primer requisito.

El crédito EA Cr. 3.- Uso de Agua en Torres de Enfriamiento otorga 3 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 51%. Si cuesta pero conviene para la operación ya que en la Cd. de México el costo de m<sup>3</sup> de agua potable contra el m<sup>3</sup> de agua tratada es de 12 veces más.

El crédito EA Cr. 4.- Medición Particular de Consumo de Agua otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 69%. Los medidores de flujo no son costosos.

### Categoría Energía y Atmosfera

El requisito EyA Req. 1.- Mejores Prácticas para Eficiencia Energética obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 91%. No cuesta ya que es una política que tendría que incluir entre otras cosas: programa de mantenimiento, secuencia de operación, horario de ocupación, horarios de operación de equipos, calibración de medidores.

El requisito EyA Req. 2.- Mínima Eficiencia Energética obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 71%. Cuando es una obra nueva, el requisito no va a costar ya que es una decisión previa. Conseguir el requisito consiste en demostrar que se consume 25% menos energía eléctrica que algún edificio similar. Es altamente redituable.

El requisito EyA Req. 3.- Medición General de Energéticos obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 80%. Es un costo bajo, ya que es una medición de parámetros eléctricos general.

El requisito EyA Req. 4.- Gestión de los Refrigerantes Principales obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 74%. Normalmente los equipos de HVAC aceptan gases refrigerantes más modernos, por lo que el gasto es en gases y no en equipos. Si ocurre el caso de que el equipo no acepte, sería un costo alto.

El crédito EyA Cr. 1.- Análisis del Monitoreo del Edificio otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 20%. Es un crédito que deriva de una política bien fundamentada. A diferencia de políticas pasadas, ésta requiere de profesionistas que conozcan y estudien al menos un año el edificio por lo que sí cuesta.

El crédito EyA Cr. 2.- Implementación de Mejoras del Cr.1 EyA otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 11%. Es un costo fijo a lo largo del tiempo, ya que para ir mejorando áreas de oportunidad se requiere seguir instalando más equipos de medición.

Requiere de consultores en ahorro energético que capaciten a los operadores del edificio actual. Sí cuesta porque determina cambiar o renovar ciertos equipos de HVAC y Calefacción cada cinco años.

El crédito EyA Cr. 3.- Implementación de Mejoras inmediatas . Requiere de conseguir previamente el Cr.1 EyA y Cr.2 EyA. Otorga 3 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 31%. Si cuesta ya que requiere consultores. Crédito altamente redituable.

El crédito EyA Cr. 4.- Optimización de Desempeño Energético Comparado otorga 20 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 9%. Es el crédito que otorga más puntos, es costoso ya que depende de que se cumplan varios créditos de ésta categoría. Es altamente redituable,

varios encuestados coincidieron en que es de los créditos más costosos pero el que consigue mayor retorno en la inversión.

Se tiene que conseguir que ante un edificio similar se gaste 45% menos insumos eléctricos y energéticos. Hay que contemplar la NOM-008-ENER-2001, en donde habla de la envolvente de edificios no residenciales.

El crédito EyA Cr. 5.- Medición Particular Energética otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 49%. Sí cuesta ya que se requiere instalación de medidores eléctricos y calibrarlos según los manuales del fabricante.

El crédito EyA Cr. 6.- Gestión Energética en Base a Demanda otorga 3 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 74%. Crédito que implica tomar decisiones en base a la demanda actual del edificio, son decisiones bien fundamentadas que tienen bajo costo.

El crédito EyA Cr. 7.- Uso de Energía Renovables y Reducción de CO2 otorga 5 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 20%. Representa un alto costo ya que requiere de instalación de energías renovables (solar, eólica, marítima) que cubran el 7.5% del consumo eléctrico.

El crédito EyA Cr. 8.- Gestión Integral de Refrigerantes otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 69%. Uso de gases refrigerantes ecológicos que en el mercado cada vez son más accesibles y baratos.

Los expertos coinciden en que esta categoría es la que tiene el mayor costo inicial pero es la más redituable.

### Categoría Materiales y Recursos

Materiales y Recursos es una categoría que da pocos puntos (8) pero sus créditos promedian opiniones en general Sin/Bajo Costo.

El requisito MR Req. 1.- Política de Compras y Basura obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 80%. Es política y no cuesta.

El requisito MR Req. 2.- Política de Mantenimiento y Remodelaciones obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 77%. Es política y no cuesta.

El crédito MR Cr. 1.- Compra de Consumibles Ecológicos otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 74%. No cuesta y es redituable. Los insumos reciclados ayudan son más baratos y son ecológicos.

El crédito MR Cr. 2.- Gestión de Mantenimiento y Remodelaciones otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 63%. Es política y no cuesta.

El crédito MR Cr. 3.- Compra de Focos Ecológicos otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 20%. Para remodelaciones, éste crédito si implica una inversión ya que requiere cambiar a tecnología LED. Debido a que la calidad eléctrica en México es mala, la recomendación es instalar reguladores de voltaje cuando se pongan LEDs para evitar que se quemen. Los expertos coinciden en que es redituable.

El crédito MR Cr. 4.- Gestión de Disposición de Basura otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 86%. Es parte de la operación, no cuesta y además es redituable. La recomendación en una visión macroeconómica es no vender la basura.

El crédito MR Cr. 5.- Política de Basura de Mantenimiento y Remodelaciones otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 74%. Es política y no cuesta.

### Categoría Calidad Ambiental Interior.

De la sexta y más extensa en número de créditos, la categoría de Calidad Ambiental Interior encontramos una buena promedio en opinión Sin/Bajo Costo.

El requisito CA Req. 1.- Mínima Condiciones de Calidad de Aire Interior obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 71%. No cuesta. Considerando que se ésta especificando para un edificio A o A+, se tendría que contar con condiciones de aire favorables y de acuerdo a lo que marca el requisito.

El requisito CA Req. 2.- Control de Áreas de Fumadores obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 100%. El único concepto que obtuvo todas las opiniones Sin/Bajo Costo ya que no cuesta prohibir fumar en el edificio en cuestión.

El requisito CA Req. 3.- Política de Limpieza y sus Impactos obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 91%. Es política y no cuesta.

El crédito CA Cr. 1.- Gestión de Calidad de Aire Interior otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 66%. Política que no cuesta.

El crédito CA Cr. 2.- Estrategia de Calidad de Aire Interior otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 9%. Para edificios existentes el instalar filtros de CO2 y mejorar la renovación de aire sí cuesta. Más que redituable es para beneficio de los usuarios.

El crédito CA Cr. 3.- Confort térmico otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 74%. No cuesta considerando un edificio A o A+.

El crédito CA Cr. 4.- Iluminación interior otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 69%. Para una remodelación conseguir el crédito requiere inversión. Es redituable.

El crédito CA Cr. 5.- Luz Natural y Vistas otorga 4 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 29%. Al ser detalle arquitectónico, conseguir este crédito sí cuesta.

El crédito CA Cr. 6.- Estudio y Monitoreo de Procesos de Limpieza otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 97%. Son procesos, no cuesta.

El crédito CA Cr. 7.- Limpieza a Base de Productos Ecológicos otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 80%. Los productos ecológicos tienden a costar igual que los del mercado por lo que no cuesta usar productos verdes.

El crédito CA Cr. 8.- Limpieza con Equipos Ecológicos y Eficientes otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 74%.

El crédito CA Cr. 9.- Política de Fumigación otorga 2 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 94%.

El crédito CA Cr. 10.- Encuesta de Confort para Usuarios otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 89%, consiste en realizar una encuesta de una muestra representativa de la población para conocer su opinión de confort.

### Categoría Innovación

La séptima categoría, Innovación, es la segunda categoría que mejor promedia buenos comentarios a favor de una opinión Sin/Bajo Costo. La recomendación sería ir por todos los puntos de sus créditos.

El crédito IN Cr. 1.- Innovación otorga 5 puntos y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 85%.

El crédito IN Cr. 2.- Profesional Acreditado LEED otorga 1 punto y obtuvo una opinión Sin/Bajo costo del 91%.

### Categoría Prioridad Regional

Por último la categoría de Prioridad Regional tiene buena calificación Sin/Bajo Costo y según los expertos bien valdría la pena apostarle a dichos créditos. El inconveniente es que sólo otorga un punto.

Tomando como referencia el modelo 3.5 Optimización de Créditos, se recomiendan las siguientes acciones según el nivel que se quiera alcanzar. Para este método de optimización se deberán cumplir las premisas generales :

- Cumplir todos los requisitos
- Lograr el máximo de puntos por el crédito señalado.

#### Nivel Certificado 40 – 49 puntos

<b>Crédito</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sin/Bajo Costo</b>	<b>Puntos</b>	<b>Acum. Puntos</b>
CA Cr. 6	Estudio y Monitoreo de Procesos de Limpieza	97%	1	1
PS Cr. 5	Gestión de Sitio	94%	1	2
CA Cr. 9	Política de Fumigación	94%	2	4
IN Cr. 2	Profesional Acreditado LEED	91%	1	5
UT Cr. 1	Transporte Alternativo	89%	15	20
CA Cr. 10	Encuesta de Confort para Usuarios	89%	1	21
PS Cr. 6	Plan de Mejora Continua	86%	1	22
MR Cr. 4	Gestión de Disposición de Basura	86%	2	24
IN Cr. 1	Innovación	85%	5	29
EA Cr. 1	Reducción de uso de Agua para Exteriores	83%	2	31
PR Cr. 1	Crédito específico por Región	81%	1	32
PR Cr. 2	Crédito específico por Región	81%	1	33
PR Cr. 3	Crédito específico por Región	81%	1	34
PR Cr. 4	Crédito específico por Región	81%	1	35
CA Cr. 7	Limpieza a Base de Productos Ecológicos	80%	1	36
EyA Cr. 6	Gestión Energética en Base a Demanda	74%	3	39
MR Cr. 1	Compra de Consumibles Ecológicos	74%	1	40
MR Cr. 5	Política de Basura de Mantenimiento y Remodelaciones	74%	2	42
CA Cr. 3	Confort térmico	74%	1	43
CA Cr. 8	Limpieza con Equipos Ecológicos y Eficientes	74%	1	44
EA Cr. 4	Medición Particular de Consumo de Agua	69%	2	46
EyA Cr. 8	Gestión Integral de Refrigerantes	69%	1	47
CA Cr. 4	Iluminación interior	69%	2	49

Tabla 8.- Créditos Nivel Certificado

#### Nivel Plata 50 – 59 puntos

Para el nivel plata se deberán contemplar los anteriores más los siguientes:

<b>Crédito</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sin/Bajo Costo</b>	<b>Puntos</b>	<b>Acum. Puntos</b>
CA Cr. 1	Gestión de Calidad de Aire Interior	<b>66%</b>	2	51
MR Cr. 2	Gestión de Mantenimiento y Remodelaciones	<b>63%</b>	2	53
PS Cr. 4	Reducción de la Contaminación Lumínica	<b>60%</b>	1	54
EA Cr. 3	Uso de Agua en Torres de Enfriamiento	<b>51%</b>	3	57
EyA Cr. 5	Medición Particular Energética	<b>49%</b>	2	59

**Tabla 9.- Créditos Nivel Plata**

Nivel Oro 60 – 79 puntos

Para el nivel oro se deberán contemplar los anteriores más los siguientes:

<b>Crédito</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sin/Bajo Costo</b>	<b>Puntos</b>	<b>Acum. Puntos</b>
PS Cr. 3	Reducción de Efecto Isla de Calor	<b>34%</b>	2	61
PS Cr. 1	Desarrollo de Parcela. Proteger o Restaurar el Hábitat	<b>31%</b>	2	63
EyA Cr. 3	Implementación de Mejoras inmediatas Cr.1 EyA y Cr.2 EyA	<b>31%</b>	3	66
EA Cr. 2	Reducción de uso de Agua para Interiores	<b>29%</b>	5	71
CA Cr. 5	Luz Natural y Vistas	<b>29%</b>	4	75
EyA Cr. 1	Análisis del Monitoreo del Edificio	<b>20%</b>	2	77
EyA Cr. 7	Uso de Energía Renovables y Reducción de CO2	<b>20%</b>	5	82

**Tabla 10.- Créditos Nivel Oro**

Nivel Platino 80 – 110 puntos

Para el nivel platino se deberán contemplar los anteriores más los siguientes:

<b>Crédito</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sin/Bajo Costo</b>	<b>Puntos</b>	<b>Acum. Puntos</b>
MR Cr. 3	Compra de Focos Ecológicos	<b>20%</b>	1	83
PS Cr. 2	Almacenamiento Pluvial	<b>17%</b>	3	86
EyA Cr. 2	Implementación de Mejoras del Cr.1 EyA	<b>11%</b>	2	88
EyA Cr. 4	Optimización de Desempeño Energético Comparado	<b>9%</b>	20	108
CA Cr. 2	Estrategia de Calidad de Aire Interior	<b>9%</b>	2	110

**Tabla 11.- Créditos Nivel Platino**

### **3.2. Beneficios**

El objetivo de la tesis fue proporcionar una estrategia para optimizar un presupuesto para lograr la certificación LEED en Operación y Mantenimiento v4 en Edificios Existentes. La estrategia buscada tendría que definir en qué actividades se tendrían que destinar los recursos, en qué orden y prioridad para así obtener la mejor puntuación LEED consiguiendo mejor reputación como edificio de oficinas sustentable, contribuyendo a la disminución del impacto ambiental y aumentando el precio de renta.

El objetivo se cumplió y se logró recabar más información que ayudarán a los futuros desarrolladores inmobiliarios, Gerentes de Mantenimiento y Administradores de Infraestructura a optar por la certificación LEED como parámetro y guía para su operación y mantenimiento.

Los beneficios que se obtienen sobrepasan los mencionados en el apartado 1.3 Objetivo. Primero se presentaron los beneficios de la tesis en base a la encuesta y después los beneficios del trabajo de investigación que se logró por las encuestas y comentarios.

En la parte de beneficios no contemplados en el objetivo encontramos los créditos que son redituables, esto quiere decir que la inversión de éstos se paga al poco tiempo con los ahorros de insumos o de gastos operativos.

La mayoría de los créditos consiguen una retorno de la inversión (ROI por sus siglas en inglés) de máximo cinco años.<sup>24</sup>

El mayor beneficio es mostrar al gremio administrativo de bienes inmuebles que la certificación LEED no representa un gran costo. Incluso un edificio de oficinas A y A+ cumple con varios créditos y requisitos que se piden, por lo que llegar a un nivel certificado no representa gran inversión.

Tener un registro LEED, dependiendo el nivel recibido, otorga los siguientes beneficios:<sup>25</sup>

- Se disminuye las consecuencias del cambio climático.
- Se mejora el desempeño y bienestar de los usuarios del inmueble.
- Se promueve la cultura sustentable en el uso de recursos naturales
- Se salvaguarda y se mejora la biodiversidad y los ecosistemas
- Se fomenta el uso de insumos verdes y ecológicos
- Se obtiene una beneficio económico y publicitario
- Se fomenta un desarrollo social en la comunidad.

### **3.3. Tendencias en el mercado**

LEED es una certificación que promueve el liderazgo en lo que hace, por lo que los cambios y nuevas mejores prácticas siempre se están buscando. No es de extrañarse que el sistema de evaluación LEED se está actualizando cada 3 años aproximadamente. Cada versión que desplaza a la anterior sube los estándares y los requisitos. Se podría decir que la versión cuatro, estudiada en esta tesis, tiene una vigencia de máximo cinco años. La versión cuatro en Mexico se vuelve obligada para los que quieran certificar a partir de junio de 2015.

---

<sup>24</sup> Ibid.

<sup>25</sup> Ibid.

La tendencia en el mercado para los consultores LEED es la de certificar únicamente para niveles oro y platino. El argumento que comentan es que si ya se va a pagar asesoría LEED, que se pague para conseguir lo más alto. En el caso de Operación y Mantenimiento la presente tesis desbanca esa idea, ya que demuestra que los edificios de alto desempeño y de buenas prácticas pueden conseguir el nivel certificado sin mayor problema o asesoría.

Este alto índice de actualización requiere de profesionistas competentes y comprometidos con la filosofía sustentable.

El mercado mexicano de edificio de oficinas está demandando espacios ecológicos, la razón de crecimiento de edificios certificados LEED en Operación y Mantenimiento lo muestra. Cada año la razón de crecimiento ha sido mayor al 100%, presentando en el 2013 un razón anual de crecimiento del 322%.

El mercado está demandando profesionistas certificados LEED que atiendan y promuevan las certificaciones, y no sólo esto. Una vez que se tiene la placa, se requieren profesionistas en el ramo de la Administración de Inmuebles. Cada día los equipos y tecnologías son más avanzados por lo que México requiere inversión y capacitación en este giro. Se necesita mano de obra y profesionista calificados para cumplir con la demanda de certificación, suministro, instalación, operación y mantenimiento de los edificios verdes.

## Anexo A: “Encuesta español”

Encuesta rápida sobre costos de implementación de certificación LEED O+M v4 en edificios existentes.

Ayúdeme a separar los créditos Sin/Bajo Costo de los créditos de Costo Significativo.

Tiempo estimado para contestar encuesta: 15 minutos

Instrucciones para contestar encuesta:

- 1.- Conteste todos los requisitos y créditos para LEED O+M v4 en edificios existentes.
- 2.- Para cada crédito y requisito, favor de colocar una “x” en la columna de Sin/Bajo costo o en la columna de Costo significativo basándose en su experiencia y conocimiento sobre cada crédito.
- 3.- No dejar en blanco ni contestar simultáneamente en las dos columnas.

En base a su experiencia y conocimiento, ¿cuál es su punto de vista sobre cuánto cuesta o costaría cada concepto y requisito si se aplican en un edificio de oficinas?			Sin/Bajo Costo	Costo Significativo
<b>Ubicación y Transporte</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>15</b>	
Crédito 1	Transporte Alternativo	15		
<b>Parcela Sustentable</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>10</b>	
Req. 1	Política de Gestión de Sitio	Obligatorio		
Crédito 1	Desarrollo de Parcela. Proteger o Restaurar el Hábitat	2		
Crédito 2	Almacenamiento Pluvial	3		
Crédito 3	Reducción de Efecto Isla de Calor	2		
Crédito 4	Reducción de la Contaminación Lumínica	1		
Crédito 5	Gestión de Sitio	1		
Crédito 6	Plan de Mejora Continua	1		
<b>Eficiencia en Agua</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>12</b>	
Req. 1	Reducción de uso de Agua para Interiores	Obligatorio		
Req. 2	Medición General de Consumo de Agua	Obligatorio		
Crédito 1	Reducción de uso de Agua para Exteriores	2		
Crédito 2	Reducción de uso de Agua para Interiores	5		
Crédito 3	Uso de Agua en Torres de Enfriamiento	3		
Crédito 4	Medición Particular de Consumo de Agua	2		
<b>Energía y Atmosfera</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>38</b>	
Req. 1	Mejores Prácticas para Eficiencia Energética	Obligatorio		
Req. 2	Mínima Eficiencia Energética	Obligatorio		
Req. 3	Medición General de Energéticos	Obligatorio		
Req. 4	Gestión de los Refrigerantes Principales	Obligatorio		
Crédito 1	Análisis del Monitoreo del Edificio	2		

Crédito 2	Implementación de Mejoras del Cr.1 EA	2		
Crédito 3	Implementación de Mejoras inmediatas Cr.1 EA y Cr.2 EA	3		
Crédito 4	Optimización de Desempeño Energético Comparado	20		
Crédito 5	Medición Particular Energética	2		
Crédito 6	Gestión Energética en Base a Demanda	3		
Crédito 7	Uso de Energía Renovables y Reducción de CO2	5		
Crédito 8	Gestión Integral de Refrigerantes	1		
<b>Materiales y Recursos</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>8</b>	
Req. 1	Política de Compras y Basura	Obligatorio		
Req. 2	Política de Mantenimiento y Remodelaciones	Obligatorio		
Crédito 1	Compra de Consumibles Ecológicos	1		
Crédito 2	Gestión de Mantenimiento y Remodelaciones	2		
Crédito 3	Compra de Focos Ecológicos	1		
Crédito 4	Gestión de Disposición de Basura	2		
Crédito 5	Política de Basura de Mantenimiento y Remodelaciones	2		
<b>Calidad Ambiental Interior</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>17</b>	
Req. 1	Mínima Condiciones de Calidad de Aire Interior	Obligatorio		
Req. 2	Control de Áreas de Fumadores	Obligatorio		
Req. 3	Política de Limpieza y sus Impactos	Obligatorio		
Crédito 1	Gestión de Calidad de Aire Interior	2		
Crédito 2	Estrategia de Calidad de Aire Interior	2		
Crédito 3	Confort térmico	1		
Crédito 4	Iluminación interior	2		
Crédito 5	Luz Natural y Vistas	4		
Crédito 6	Estudio y Monitoreo de Procesos de Limpieza	1		
Crédito 7	Limpieza a Base de Productos Ecológicos	1		
Crédito 8	Limpieza con Equipos Ecológicos y Eficientes	1		
Crédito 9	Política de Fumigación	2		
Crédito 10	Encuesta de Confort para Usuarios	1		
<b>Innovación</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>6</b>	
Crédito 1	Innovación	5		
Crédito 2	Profesional Acreditado LEED	1		
<b>Regional Priority</b>		<b>Puntos posibles</b>	<b>4</b>	
Crédito 1	Crédito específico por Región	1		
Crédito 2	Crédito específico por Región	1		
Crédito 3	Crédito específico por Región	1		
Crédito 4	Crédito específico por Región	1		

## Appendix A: “Survey English”

Quick Survey of cost incurred after you decided to earn LEED O+M for Existing Buildings.

Help me separate the Low Cost or No Cost measures from the Significant Cost measures.  
Estimated time to complete this survey: 15 minutes

Guidance for filling out this survey:

- 1.- Answer all the prerequisites and credits for LEED O+M v4 for Existing Buildings.
- 2.-For each Credit and prerequisite, answer with an “x” in the Low /No Cost column or in the Significant Cost column based on your experience and knowledge for each credit.
- 3.-Fill all the gaps and only answer in one column

Based on your experience and knowledge, what is your view on how much each credit and requisite did cost or would cost if implemented in a Building of offices?			Low or No Cost	Significant Cost
<b>Location and Transportation</b>				
Credit 1	Alternative Transportation	15		
<b>Sustainable Sites</b>				
Prereq 1	Site Management Policy	Required		
Credit 1	Site Development-Protect or Restore Habitat	2		
Credit 2	Rainwater Management	3		
Credit 3	Heat Island Reduction	2		
Credit 4	Light Pollution Reduction	1		
Credit 5	Site Management	1		
Credit 6	Site Improvement Plan	1		
<b>Water Efficiency</b>				
Prereq 1	Indoor Water Use Reduction	Required		
Prereq 2	Building-Level Water Metering	Required		
Credit 1	Outdoor Water Use Reduction	2		
Credit 2	Indoor Water Use Reduction	5		
Credit 3	Cooling Tower Water Use	3		
Credit 4	Water Metering	2		
<b>Energy and Atmosphere</b>				
Prereq 1	Energy Efficiency Best Management Practices	Required		
Prereq 2	Minimum Energy Performance	Required		
Prereq 3	Building-Level Energy Metering	Required		
Prereq 4	Fundamental Refrigerant Management	Required		
Credit 1	Existing Building Commissioning— Analysis	2		
Credit 2	Existing Building Commissioning—Implementation	2		

Credit 3	Ongoing Commissioning	3		
Credit 4	Optimize Energy Performance	20		
Credit 5	Advanced Energy Metering	2		
Credit 6	Demand Response	3		
Credit 7	Renewable Energy and Carbon Offsets	5		
Credit 8	Enhanced Refrigerant Management	1		
<b>Materials and Resources</b>				
Prereq 1	Ongoing Purchasing and Waste Policy	Required		
Prereq 2	Facility Maintenance and Renovations Policy	Required		
Credit 1	Purchasing- Ongoing	1		
Credit 2	Purchasing- Facility Management and Renovation	2		
Credit 3	Purchasing- Lamps	1		
Credit 4	Solid Waste Management- Ongoing	2		
Credit 5	Solid Waste Management- Facility Management and Renovation	2		
<b>Indoor Environmental Quality</b>				
Prereq 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required		
Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke Control	Required		
Prereq 3	Green Cleaning Policy	Required		
Credit 1	Indoor Air Quality Management Program	2		
Credit 2	Enhanced Indoor Air Quality Strategies	2		
Credit 3	Thermal Comfort	1		
Credit 4	Interior Lighting	2		
Credit 5	Daylight and Quality Views	4		
Credit 6	Green Cleaning- Custodial Effectiveness Assessment	1		
Credit 7	Green Cleaning- Products and Materials	1		
Credit 8	Green Cleaning- Equipment	1		
Credit 9	Integrated Pest Management	2		
Credit 10	Occupant Comfort Survey	1		
<b>Innovation</b>				
Credit 1	Innovation	5		
Credit 2	LEED Accredited Professional	1		
<b>Regional Priority</b>				
Credit 1	Regional Priority: Specific Credit	1		
Credit 2	Regional Priority: Specific Credit	1		
Credit 3	Regional Priority: Specific Credit	1		
Credit 4	Regional Priority: Specific Credit	1		

## Bibliografía

En este apartado se presentará la bibliografía y fuentes electrónicas consultadas.

- Academia Real de Ingeniería del Reino Unido. Consultado en Internet en :<[www.raeng.org.uk/news/publications/reports](http://www.raeng.org.uk/news/publications/reports)> el día 15 de noviembre de 2013.
- Allen, Jim. Water Efficiency: Considerations in Obtaining a LEED Rating. Environmental Design + Construction, pp. 65-66, 2004.
- Cassidy, Robert. White Paper on Sustainability: A Report on the Green Building Movement. A supplement to Building Design & Construction, 2003. Consultado en Internet en :<<http://www.usgbc.org/Docs/Resources/BDCWhitePaperR2.pdf>> el 15 de noviembre de 2013.
- CB RICHARD ELLIS. OFICINAS INSIGHT 2013. 2013.
- Colliers International. Reporte de Mercado Anual 2006/2007. Ciudad de México
- Consultado en Internet en :<<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2366859>> el día 15 de noviembre de 2013.
- Consultado en Internet en :<<http://mayananswer.over-blog.com/categorie-11126052.html>> el 15 de noviembre de 2013.
- Definición consultada en Internet en la siguiente página: <[http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/ingenieriaCivil/ingCivil\\_Desc.php](http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/ingenieriaCivil/ingCivil_Desc.php)> el día 23 de noviembre de 2013.
- García, Brenda. ecodiseño. nueva herramienta para la sustentabilidad. Ed. Designio, México, 2008.
- Northbridge Environmental Management Consultants. Analyzing the Cost of Obtaining LEED Certification. 2003.
- Ramírez, Karla. Periódico Reforma, Secc. Negocios, 4 de noviembre de 2008, pp 4.
- Romm, Joseph. Sustainable Building Technical Manual. pp. 13, EE.UU., 1996.
- United Nations World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford University Press, 1987.
- USEPA. Indoor Air Quality. 2003.
- USGBC. LEED 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance. 2009, pp. 1.
- USGBC. LEED CI v 2.0. EE.UU., 2005.
- USGBC. PUBLIC LEED PROJECT DIRECTORY. Información de proyectos al día 28 de mayo de 2014 a las 05:43 hrs.
- Vickroy, Rod. LEED for Commercial Interiors Can Result In Productivity Gains, Energy Savings. 2010. consultado en <<http://www.facilitiesnet.com/energyefficiency/article/LEED-for-Commercial-Interiors-Can-Result-In-Productivity-Gains-Energy-Savings--11709>> el 19 de diciembre de 2013.
- Wesley, Stephen. CURRENT INDUSTRY PERCEPTIONS OF THE ROLE OF THE CONTRACTOR IN THE LEED CERTIFICATION PROCESS. 2011, EE. UU.