



**BENEMERITA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**  
**FACTULTAD DE ARQUITECTURA**

EFICIENCIA ENERGÉTICA, EN LOS PROCESOS  
CONSTRUCTIVOS DEL SECTOR INDUSTRIAL, EN LA REGIÓN  
DEL BAJÍO MEXICANO [CERTIFICACIÓN LEED]

# TESIS

Que para obtener el título de:

**MAESTRO EN TECNOLOGIAS DE LA ARQUITECTURA**

Presenta: Arq. Edson Ramset Carreon Rodriguez.

Director: Dr. Juan Francisco Salamanca Montes.

Asesores: Mtra. María del Rayo Vázquez Torres.

Mtro. Juan Manuel Pérez Ángeles.

Mtro. Alberto Rosendo Castillo Reyes.

Heroica Puebla de Zaragoza a 12 de Septiembre del 2018

EFICIENCIA ENERGÉTICA, EN LOS PROCESOS  
CONSTRUCTIVOS DEL SECTOR INDUSTRIAL, EN LA REGIÓN  
DEL BAJÍO MEXICANO [CERTIFICACIÓN LEED]

## Agradecimientos

Principalmente, a Dios Nuestro Señor, por las incontables bendiciones que me ha brindado y por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Con mucho cariño a mis padres, Ana y Antonio, por su incansable apoyo, sus oraciones que han fortalecido mi recorrido de preparación y con quienes he compartido sacrificios y éxitos.

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

# Índice Capitular

Introducción .....	5
Planteamiento del Problema.....	7
Justificación .....	8
Preguntas Conductoras.....	10
1. Antecedentes .....	13
1.1. Antecedentes Históricos.....	13
1.2. Problemática Ambiental .....	18
1.2.1. Calentamiento Global.....	18
1.2.2. Disminución de la Capa de Ozono.....	21
1.2.3. Perdida de la Biodiversidad.....	22
1.2.4. Deforestación de los Bosques .....	24
1.3. Conclusión Capitular.....	26
2. Proceso de Diseño Integrado.....	27
2.1. Diseño Tradicional.....	28
2.2. Diseño Integrado.....	28
2.3. Evaluación del Comportamiento Ambiental.....	28
2.4. Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design).....	30
2.4.1. Sitios Sustentables.....	31
2.4.2. Eficiencia en el Uso del Agua.....	31
2.4.3. Energía y Atmosfera .....	31
2.4.4. Materiales y Recursos .....	31
2.4.5. Calidad del Ambiente Interior .....	32
2.4.6. Innovación en el Diseño.....	32
2.4.7. Prioridad Regional .....	32
2.5. Pasos para Certificar un Proyecto LEED.....	34
2.6. Evolución LEED en México .....	34
2.7. Conclusión Capitular.....	37
3. Desarrollo Industrial en el Bajío Mexicano .....	38
3.1. Practicas Sustentable para la Edificación Industrial.....	39
3.1.1. Ubicación .....	39
3.1.2. Azoteas .....	40

3.1.3.	Iluminación.....	40
3.1.4.	Manejo de los Desechos .....	41
3.1.5.	Calidad del Aire Interior .....	41
3.1.6.	Conservación del Agua.....	41
3.1.7.	Manejo de Aguas de Tormenta.....	41
3.1.8.	Eficiencia en los Equipos de Producción.....	42
3.1.9.	Buscar Sinergias Energéticas.....	42
3.1.10.	Energía Renovable.....	42
3.2.	Industrias Sustentables; Edificaciones Productivas.....	43
3.3.	Conclusión Capitular.....	49
	Tabla de Ilustraciones .....	50
	Bibliografía.....	51

## Introducción

El impacto ecológico de las nuevas construcciones se ha convertido en un tema crítico, en una era globalizada en la que han aumentado los costos energéticos, esto aunado a la degradación medio ambiental, la necesidad de una arquitectura sostenible y energéticamente eficiente resulta primordial.

Consumir igual o menos, pero resultando más eficientes. Esta capacidad aplicable a diferentes tareas de la vida, que adquiere su máxima dimensión cuando hablamos de construcción, uno de los sectores que agotan más recursos.

“El reto consiste en buscar el desarrollo sostenible, manteniendo el nivel de actividad, de transformación y de progreso, pero ajustando las necesidades de los recursos existentes y evitando el derroche energético.”<sup>1</sup>

El aprovechamiento racional de los recursos naturales ha dejado de ser una necesidad para ser una obligación gracias a las nuevas tecnologías constructivas; envolventes térmicas, mejores aislamientos, sistemas de climatización e iluminación más eficientes, control de los consumos, integración de energías renovables y la adopción de estrategias pasivas y/o activas durante la fase de construcción y el ciclo de vida del proyecto.

La mejora de la eficiencia energética de los edificios y sus emisiones de dióxido de carbono dependerá del diseño, construcción y operación del mismo, así como las condiciones climáticas de su entorno.

Los sistemas de certificación surgen y se crean con la finalidad de hacer frente a esta problemática ambiental, mediante la evaluación y certificación del desempeño energético y ambiental de edificios. Y cumplen hoy día cabalmente su función como una fuerza de transformación de mercado para la industria del diseño y la construcción.

---

<sup>1</sup> Eficiencia Energética en Edificios, Certificación y Auditorías Energéticas. Autores: Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez. Editorial THOMSON.

Creando un entorno construido más responsable, apoyado en los tres pilares del modelo de desarrollo sustentable:

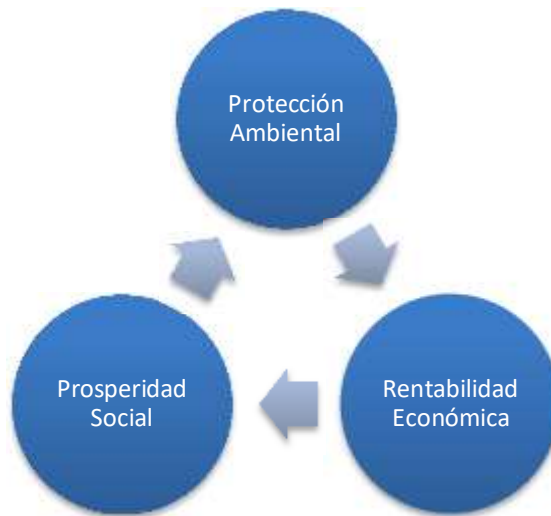


Figura 1. Esquema de los tres ámbitos básicos del desarrollo sustentable.

En 1993, surge el Movimiento Global de Construcción Verde, a través de los ojos de David Gottfried, creando el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos (US Green Building Council: USGBC). Con la finalidad de transformar la Industria de la Construcción hacia la Sustentabilidad.

Gottfried, trabaja en la elaboración de un sistema que midiera, calificara y certificara los edificios sustentables: Líder en Energía y Diseño Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design: LEED*). Este sistema sale a nivel piloto en 1997 y la fase comercial inicia en el año 2000.

Este movimiento del USGBC tuvo eco en otros países; Japón creó su Consejo en 1997; España en 1998; India en 2002; Canadá, Australia Argentina en 2005; Emiratos Árabes en 2006, entre otros.

En este orden de ideas, lo que se pretende a través de este trabajo es generar una serie de reflexiones y dar a conocer los requerimientos necesarios mediante estrategias de diseño (pasivas y activas), así como una explicación sistémica, de cada uno de los créditos que se pueden obtener, para la acreditación de Certificación LEED, en el proyecto, ejecución y operación de un edificio del sector industrial, en la zona del bajo mexicano.

## Planteamiento del Problema

Las actividades cotidianas (educativas, laborales, sanitarias, lúdicas, etc.) obligan a diario a la permanencia prolongada en todo tipo de edificaciones. Esta forma de vida, ha motivado que la calidad del aire interior de los edificios, afecte directamente a la salud y al bienestar de las personas y haya pasado a ser un tema de interés global.

En las últimas décadas se han producido cambios sustanciales en los edificios modernos, principalmente en los destinados a albergar un gran número de personas. Como consecuencia de factores socioeconómicos diversos, dichos edificios han sufrido importantes cambios tanto en su diseño, como en la generación de entornos de trabajo con una serie de características específicas, como son los sistemas de ventilación artificial, la proliferación de computadoras, uso extensivo de materiales sintéticos, sistemas de iluminación generales, presencia de contaminantes directos, que generan efectos nocivos para la salud entre muchos otros. Al respecto diría Toyo Ito:

“Cada vez estamos más lejos de la naturaleza. Ya no sabemos si hace frío o calor en un edificio. Hay que buscar materiales en la naturaleza.”<sup>2</sup>

La edificación sustentable muestra una manera de combatir esta problemática con prácticas de diseño, construcción y mantenimiento, con la finalidad de que se tenga un impacto positivo en el medio ambiente interno y externo. Existen métodos de certificación que aplican los principios de la construcción sustentable con la finalidad de darles plusvalía a las edificaciones y una mejor calidad de vida a los ocupantes respetando el entorno donde se desarrollarán, tomando en cuenta que los edificios se construyen para las personas, para ser habitados, para vivir, para estudiar, para laborar, etc. Debe quitarse la idea de que el futuro ocupante no es más que un componente en el engranaje de la industria de la construcción, y apostar por fomentar su participación en todo el ciclo de vida de esas construcciones.

---

<sup>2</sup> Toyo Ito; Arquitecto, Diseñador, Pensador. Es considerado uno de los arquitectos más innovadores e influyentes del mundo. El 17 de marzo de 2013 fue galardonado con el Premio Pritzker, considerado la distinción más importante en el mundo de la arquitectura. <http://www.toyo-ito.co.jp>

## Justificación

La crisis energética de los años 70's produjo una tendencia a un ahorro de energía y al aislamiento del exterior en los edificios, con la proliferación de locales herméticamente cerrados y sin ventilación exterior, los denominados edificios inteligentes, hicieron que voluntaria o involuntariamente los esfuerzos para la reducción del consumo de energía requieran la pérdida o ganancia de calor a través del exterior de los edificios y una reducción en el suministro de las cantidades de aire exterior, se les llamó "herméticos."

La edificación no ha quedado al margen de la evolución de nuestro sistema productivo promovido por el sistema técnico nacido de la revolución industrial. Ello la ha conducido hacia la invariable dependencia de los recursos energéticos no renovables, hacia un uso sistemático de la litosfera<sup>3</sup> como fuente de recursos y en consecuencia, a convertirse en un productor considerable de residuos vertidos sobre el medio. Y aunque no lo haya hecho al mismo ritmo que otros sectores productivos, ha sufrido igualmente una transformación radical.

El concepto de edificación sustentable se refiere a las diferentes estrategias destinadas a minimizar el impacto ambiental de las obras de construcción en todas las fases del ciclo de vida de un edificio. Esto incluye las etapas de planificación, diseño, construcción, reconstrucción y utilización.

De ese modo, el control de la calidad de los sistemas constructivos se ha desplazado de la obra hacia la industria, asumiéndose con ello los inconvenientes ambientales que el sistema técnico industrial ha producido y debido a la enorme cantidad de materiales implicados en la edificación, enunciándose en una de las actividades de mayor impacto.

La habitabilidad que proporciona la edificación y que es su principal utilidad cada vez depende menos de estrategias de relación con el entorno para pasar a ser suministrada por sistemas mecánicos alimentados por energía comercial. Con ello, la edificación requiere un flujo continuado de recursos energéticos para proporcionar confort térmico, ventilación, movilidad, iluminación y otros tipos de servicios regularmente asociados a la habitabilidad.

---

<sup>3</sup> Litosfera: es la capa sólida superficial de la Tierra, caracterizada por su rigidez. <http://es.wikipedia.org/wiki/Litosfera>

Por eso el término de edificación sustentable proviene del concepto de desarrollo sustentable.

El concepto de sustentabilidad en el sector de la construcción, se basa los siguientes principios:

- El análisis del ciclo de vida de los materiales.
- El desarrollo del uso de materias primas y energías renovables.
- La reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación y la destrucción o el reciclaje de los residuos.
- Reducir consumo de agua potable: racionalizar, tratar, recircular.
- Mejorar la calidad del ambiente interior.

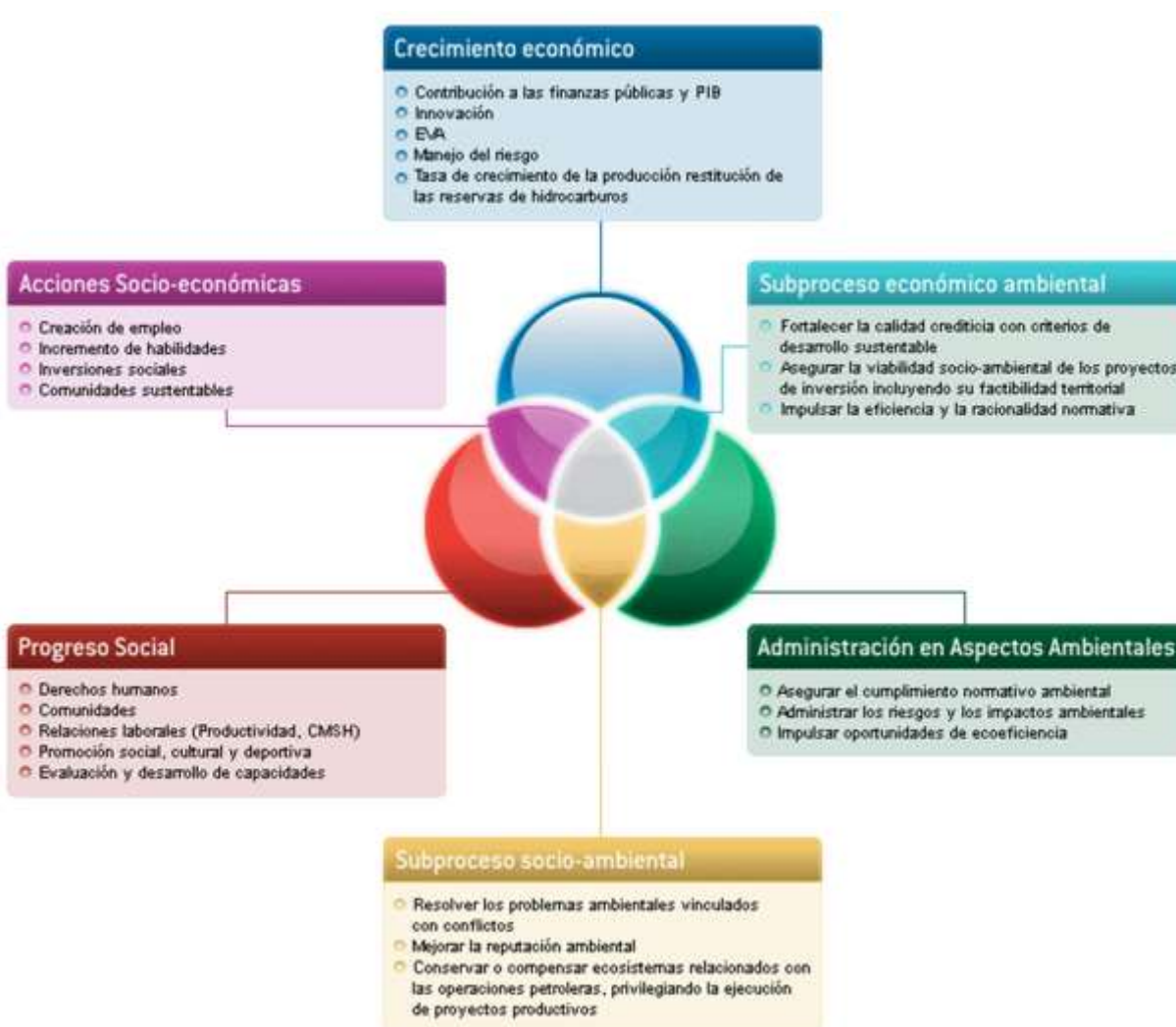


Figura. 2 Sinergia de los aspectos económicos, sociales y ambientales.

## Preguntas Conductoras

¿Qué desafío plantea la construcción sustentable?

Uno de los grandes desafíos que plantea el desarrollo sustentable es la construcción de edificaciones e infraestructura que permitan el desarrollo de ciudades competitivas a nivel global que faciliten, al mismo tiempo, la integración social y el uso eficiente de los recursos ambientales.

Producción total de la industria de la construcción aporta:



Figura 3. Principales Indicadores, que llevan a la edificación sustentable.

¿Sustentabilidad es igual a ecología?

Para muchas personas, la sustentabilidad está ligada a la imagen del ecologista radical. El papel que juegan certificaciones como LEED van más allá de esto, enfocándose en el triple beneficio: Gente, Finanzas y Medioambiente, todo ello mediante la optimización de recursos energéticos mediante el inteligente aprovechamiento de recursos. Es por ello que los edificios con ésta certificación, además de la conservación previamente mencionada, traen consigo ahorros en la compañía y una sensibilidad superior por parte del usuario. Este sistema convierte a la sustentabilidad en un modelo rentable, redituable y replicable para los diferentes proyectos alrededor del mundo, con el gran beneficio de generar un ambiente más sano y productivo para sus ocupantes.

### ¿Cuál es la meta de la arquitectura sustentable?

El objetivo es contribuir a la mejorar en la calidad de vida a través de la sostenibilidad ambiental, presenta propuestas encaminadas a la integración de la construcción sobre el medio ambiente en el que se inserta, mediante unos principios que deben de basarse en:

- Reducción del impacto de la construcción, contemplando la total planificación, uso racional de los recursos, el uso de técnicas y materiales menos degradantes y con mayor durabilidad.
- Contemplar las necesidades de los residentes y usuarios, adaptándolas a las condiciones del ambiente local, promoviendo la salud y el bienestar del ser humano.
- Participación de la sociedad, con el uso de materiales, técnicas y mano de obra local.
- El uso de la construcción sostenible como instrumento de educación ambiental, mejorando la conciencia medioambiental de los involucrados así como de la “obra construida” en base a unos principios básicos.

### ¿La sustentabilidad depende de la tecnología?

Si bien toma provecho de ella, no es indispensable para lograrla. Más allá de implementar ecotecnologías (paneles solares, aerogeneradores, etc.) la sustentabilidad en el diseño y edificación sustentable busca deshacerse de mecanismos operativos obsoletos y en cambio aprovechar alternativas tales como perfeccionamiento de zonas y vestíbulos al incorporar espacios abiertos, mejora de la acústica en espacios cerrados, definición de relaciones espaciales, renovación de parámetros para enriquecer la operación, entre otros.

### ¿Una edificación sustentable es muy costosa?

A pesar de ser considerados como proyectos exclusivos para multinacionales o élites en general, uno de los principales propósitos de United States Green Building Council (Consejo de Edificación Verde de Estados Unidos en español; organismo que rige a LEED), es hacer de la certificación un sistema accesible para todos. Por ejemplo, muchos de los objetivos de las certificaciones pueden ser logrados sin la necesidad de recurrir al uso de

ecotecnologías, sino mediante técnicas que saquen provecho de lo que ya se tiene o con modificaciones en las prácticas diarias: reciclaje y re-uso de agua pluvial, el uso efectivo de la luz natural, el enfriamiento nocturno y el acceso de viento externo, por mencionar algunos. Además, si bien se debe realizar una inversión significativa para alcanzar los más altos niveles de la certificación, ésta ofrece un rápido retorno, principalmente gracias a los ahorros logrados en la operación y mantenimiento del edificio, además de la plusvalía superior que da al proyecto.

¿Construir un edificio sustentable, toma más tiempo?

LEED establece claros protocolos para lograr mejores índices de eficacia, siendo uno de ellos el Proceso Integrado de Diseño (PID), el cual fomenta la colaboración interdisciplinaria desde la etapa temprana de la construcción hasta su finalización, de manera que todos los aspectos del proyecto avancen de manera simultánea, en lugar de hacerlo aisladamente, los involucrados en el PID suelen ver a la edificación como un todo, en lugar de una suma de diferentes componentes (sitio, estructura, sistema y uso), con el fin de que se logre un trabajo en armonía, con buen ritmo y una comunicación impecable que trae consigo un gran beneficio: un óptimo aprovechamiento de recursos e inversión.

¿La sustentabilidad es compatible con el diseño?

Se cree que la sustentabilidad es una limitante al no poder adaptarse a la visión artística de los profesionales. La realidad es que la sustentabilidad no sólo puede moldearse para encajar con el estilo del arquitecto, sino que además puede ser una increíble fuente de inspiración para el mismo y ofrece lineamientos que darán una calidad superior de vida para los ocupantes, al establecer claras metas de eficiencia para energía, agua, salud y materiales, así como un claro impacto que tendrá la edificación final en sus alrededores.

## 1. Antecedentes.

### 1.1. Antecedentes Históricos.

La Revolución Industrial, marca un punto de inflexión en la historia, modificando e influenciando todos los aspectos de la vida cotidiana de una u otra manera. Durante este periodo se vivió el mayor conjunto de transformaciones económicas, tecnológicas y sociales, de la historia de la humanidad, que vio el paso desde una economía rural basada fundamentalmente en la agricultura y el comercio, a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada.

La Industrialización cambió el paisaje natural y el urbano anteriormente existente, produciendo un nuevo entorno. El nuevo modo de producción, con sus edificios fabriles, sus medios de comunicación, la necesidad masiva de mano de obra etc., va a transformar no solo el espacio urbano, sino también zonas situadas en pleno campo donde surgirán pequeñas ciudades con la única finalidad de la producción. Estos “Espacios Industriales” implican una nueva manera de entender la arquitectura y el urbanismo.

Con la Revolución Industrial, no solo aparecen nuevos edificios, sino que es la propia arquitectura la que se transforma, ya que tiene que adaptarse a los nuevos conceptos ideológicos que se derivan de aquella, a los nuevos comportamientos humanos; Modifica las técnicas constructivas e introduce nuevos materiales como el hierro y el vidrio (y más tarde el hormigón); Modifica el concepto tradicional de ciudad: nuevos servicios, nuevas tipologías, nuevos sistemas de comunicación y un nuevo concepto de valor del suelo. El nuevo alumbrado irrumpe en el horario solar, los nuevos transportes acortan distancias y lugares antes inhóspitos, las nuevas ciudades masificadas por el incremento de la población provocan nuevas necesidades públicas, nuevos servicios, nuevas comunicaciones, nuevas nociones de higiene y confort. Sin duda la arquitectura contemporánea tiene sus orígenes en los cambios provocados por la revolución industrial.

La industrialización es mucho más que una transformación tecnológica, se basa en la repetición, en la producción en serie, lo que necesita la realización previa de un modelo abstracto, es decir, exige que la producción sea pensada con anterioridad. La previsión, la

precisión, el rigor y el control, se convierten en elementos indispensables para su funcionamiento. Esto afecta de igual modo a la arquitectura que se convierte en un sector más de la producción industrial introduciendo conceptos como los de repetición estándar, así mismo, la elaboración de un modelo para el control del buen funcionamiento de su proceso de producción.

Todas estas características nos llevan a plantear la “Arquitectura Industrial”, no tanto como los edificios dedicados a actividades productivas (las fábricas) sino como un nuevo tipo de arquitectura que surge determinado por el nuevo modo de producción industrial. Pero estas formas y estructuras no han sido proyectadas por esa clase como un objeto de confort, sino como una pura cuestión de economía.

Los creadores de este estilo no fueron los grandes arquitectos del siglo XIX, sino toda una serie de arquitectos menores, maestros de obras, ingenieros y hasta simples albañiles que fundieron las viejas técnicas artesanales de la construcción con las nuevas tecnologías, marcadas ambas por la lógica constructiva y este estilo se desarrolló en la mayoría de las construcciones que hoy incluimos en el ámbito industrial: fábricas, construcciones industriales, vivienda obrera y vivienda burguesa. Se trata de un doble proceso que acabará desembocando en la Arquitectura Funcionalista del siglo XX, la evolución tecnológica y la tradición constructiva propiciada desde construcciones modestas, su asociación era absolutamente natural, pues ambas respondían a la misma filosofía: “la racionalidad como norma exclusiva de composición”, la identificación entre arquitectos y construcción, la expresión directa y los materiales, la economía estructural y ornamental como norma, etc. Todo este cúmulo de factores no queda muy distanciado del conocido “menos es más” de Mies van der Rohe”. La arquitectura fabril por razones de utilitarismo e interés despersonalizado del edificio y la vivienda obrera por razones de abaratamiento; ambas por las exigencias de la producción en serie se convertirán en soportes ideales para sustentar el citado estilo.

Hasta entonces la arquitectura industrial había procedido de dos maneras diferentes; Omitiendo de su programa tanto el componente estilístico como el estético, lo que no le impidió generar un código propio de formas o estilo y un concepto de belleza

involuntaria que la vanguardia arquitectónica habría de percibir y reinterpretar; O bien, trasladando a la edificación industrial la noción de belleza y las propuestas estilísticas vigentes en la arquitectura culta y monumental del momento.

Esos principios explican, el uso adelantado y experimental de los modernos materiales y métodos de construcción surgidos del fenómeno maquinista; El empleo de materiales de construcción fabricados industrialmente abarata el precio de los mismos, pero también el de la colocación en obra. Permite además disponer de espacios límpidos, grandes ambientes generosos en alturas y claros, resistentes a presiones y vibraciones, al tiempo que favorece la eliminación de muros, (una vez conquistado el esqueleto portante, únicamente con función de cierre), con vanos de iluminación, o al prescindir de la madera, reducir las posibilidades de incendio.

Además incorporó nuevos temas constructivos: la nave industrial, susceptible de transformarse en mercado de abastos, pabellón ferial, cobertura de andenes de estaciones ferroviarias, etc.; Y a la fábrica, suma de talleres, almacenes, depósitos y parques formando un complejo arquitectónico.

Desde el punto de vista volumétrico: grandes dimensiones y tendencia a la geometría simple y a la horizontalidad que contrasta con la verticalidad propia de otras construcciones industriales como las chimeneas o depósitos. La cubierta con forma de prisma triangular, a doble vertiente para la protección climática, pero también para la evacuación del aire contaminado y a la provisión de luz vertical. Linternones y cubiertas de shed se convertirán en emblemas de esta arquitectura.

Concede gran importancia a la luminosidad natural: la estructura de esqueleto portante que desde temprano se impuso en la nave favoreció el incremento de la luz horizontal procedente de los vanos al ampliarse su número y superficie sobre un muro ya sin función portante.

Amplitud espacial unida a máxima visibilidad, en una tendencia progresiva a la erradicación de obstáculos y con el uso de las nuevas tecnologías constructivas, acabarán

desapareciendo las hileras de apoyos interiores y conquistándose los ambientes únicos y límpidos.

En cuanto a los elementos constructivos, por un lado los que tienen función estructural se realizarán con elementos metálicos, luego sustituidos por la armadura de hormigón armado ya en el siglo XX.

En cuanto a los planos y superficies de cerramiento, los horizontales pueden realizarse con cubiertas de fibrocemento y los verticales ahora desprovistos de la función sustentante pueden omitirse dejando el esqueleto metálico visto, pero lo habitual serán fachadas de albañilería.

Lo que hemos denominado arquitectura industrial inspira buena parte de los planteamientos teóricos y del programa de formas del movimiento moderno, y además permanece latente hasta la actualidad como se pone de manifiesto en la denominada arquitectura de alta tecnología.

Será con el triunfo de la vanguardia en el periodo de entreguerras, ya en el siglo XX, cuando la arquitectura asuma todas las novedades que hasta ese momento solo habían ido gestándose en ese ámbito marginal que hemos denominado arquitectura industrial. Solo entonces los arquitectos aprovechando las novedades materiales aportadas por los avances tecnológicos revolucionarán esta disciplina. Desde los años veinte se desarrolla esta nueva arquitectura denominada racionalista, funcionalista, Estilo Internacional o en su sentido más amplio Movimiento Moderno y sobre todo desde los años treinta se difundirá por casi todo el mundo occidental.

El triunfo de la nueva arquitectura está firmemente ligado a la vanguardia, pero ésta tiene un doble componente no busca solo la transformación de la práctica artística sino la transformación de toda la sociedad, (objetivo evidentemente fallido). De hecho la vanguardia se caracteriza por su carácter dialéctico: si por un lado busca la originalidad y la invención, la novedad constante; por otro busca su institucionalización social, su uso cotidiano. Toda la vanguardia tiene vocación de modernidad, es decir comprometida con la sociedad, radicalmente nueva en sus formas y favorable a la integración de la tecnología.

Después de la segunda guerra mundial se planteó su crisis e incluso se cuestiona la propia necesidad de la vanguardia. Sin embargo parece sobradamente justificada como crítica siempre necesaria del modelo vigente que propone su adecuación para el momento presente.

En los años sesenta surgirán ataques violentos contra aquel modelo de la vanguardia histórica, iniciándose una dispersión que alcanzará su apogeo en los últimos años setenta y sobre todo en los ochenta con la llamada posmodernidad. Pero incluso en ésta, que no deja de ser poco más que una etiqueta, conviven ejemplos claramente retardatarios con otros que siguen manteniendo vocación de modernidad y de investigación formal. Sin olvidarnos del florecimiento de una arquitectura de exaltación tecnológica conocida como high-tech que viene a constituir la desembocadura de una línea iniciada con el futurismo y retomada en los años sesenta en propuestas utópicas de ciudades cibernéticas y que curiosamente viene a representar en la actualidad lo que en el XIX representó la arquitectura del hierro.



Figura 4. Evolución Arquitectónica; Punto de Inflexión.

## 1.2. Problemática Ambiental.

Los efectos que los primeros pobladores podían causar sobre la Tierra no tenían mucha importancia debido a dos razones fundamentales: la primera, las pequeñas cantidades de personas que habitaban el planeta y segunda, los efectos que podían causar sobre el ambiente eran mínimos pues no utilizaban técnicas muy sofisticadas para obtener sus productos como en los últimos tiempos.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se empiezan a realizar diversas investigaciones debido a los cambios en los patrones de viento y clima en el planeta que se observaron en ese entonces y que hasta la fecha continúan. Estos cambios se deben a cuatro problemas ambientales fundamentales:

1. Calentamiento Global.
2. Disminución de la Capa de Ozono.
3. Pérdida de Biodiversidad.
4. Deforestación de los Bosques.

### 1.2.1. Calentamiento Global.

La Primera Cumbre de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable (o también llamada Cumbre de la Tierra) celebrada en Río de Janeiro en 1992 fue el inicio del despertar de la conciencia mundial ambiental. En esta cumbre hubo muchos desacuerdos en lo que se refería a la relación Medio Ambiente y Desarrollo, pero a pesar de ello, muchos dirigentes expresaron su preocupación por los efectos climáticos nocivos causados por el modelo de desarrollo seguido por muchas naciones hasta ese entonces.

En esta cumbre se acordó establecer un convenio para disminuir los efectos del Cambio Climático: La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Esta Convención fue aprobada por 166 países el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. En esta Convención se reconoció el cambio acelerado que ha sufrido el planeta en los últimos 200 años, así como las consecuencias negativas que ello trae. En el

documento firmado en esta Convención se admite que el origen del Cambio Climático se debe al aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Asimismo, se señala que los países que han contribuido en gran medida a este aumento son los países desarrollados. La finalidad de esta Convención es lograr que la concentración de los gases de efecto invernadero, debido a las actividades humanas, se establezcan en un nivel que no sea un riesgo para el sistema climático.

La tercera Conferencia de las Partes de la Convención de Cambio Climático se celebró en la Ciudad de Kyoto, Japón, y el 11 de diciembre de 1997 se aprobó el Protocolo de la Convención, llamado comúnmente Protocolo de Kyoto.<sup>4</sup> En el artículo 25 de este Protocolo se establecen las condiciones para que entre en vigor:

#### Artículo 25

1. El presente Protocolo entrará en vigor al nonagésimo día contado desde la fecha en que hayan depositado sus instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión no menos de 55 Partes en la Convención, entre las que se cuenten Partes del anexo I cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del anexo I correspondiente a 1990.

2. A los efectos del presente artículo, por "total de las emisiones de dióxido de carbono de las Partes del anexo I correspondiente a 1990" se entiende la cantidad notificada, en la fecha o antes de la fecha de aprobación del Protocolo, por las Partes incluidas en el anexo I en su primera comunicación nacional presentada con arreglo al artículo 12 de la Convención.

---

<sup>4</sup> Naciones Unidas (1998). «Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático»

El anexo I al que se refiere este artículo, son los países que firmaron y ratificaron el Protocolo de Kyoto. Las condiciones para que entrara en vigor dicho Protocolo se reunieron en el año 2005 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

Para cumplir el objetivo, el Protocolo se aplica a la emisión de seis gases de efecto invernadero:

- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)

En el periodo comprendido del año 2008 al 2012, se deben reducir por parte de los países que firmaron el Protocolo al menos 5% de los gases de efecto invernadero emitidos en 1990. Para ello algunos países deben disminuir sus emisiones, mientras que otros las pueden aumentar.

El Protocolo también ofrece flexibilidad de tal manera que los países puedan cumplir con sus objetivos de reducir sus emisiones. Algunas de estas flexibilidades son:

- Aumentar la extensión de los bosques que logren eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Esto lo pueden hacer en su territorio o en otros países.
- Puede pagar proyectos en otros países en el que el objetivo sea reducir los gases de efecto invernadero.
- Los países que no logren disminuir sus emisiones establecidas, pueden comprar emisiones de gases a otros países. Los países a los que les pueden comprar son aquellos que redujeron más de lo establecido sus emisiones o aquellos que podían emitir gases pero que no llegaron a emitir la cantidad total que tenían establecida.

### 1.2.2. Disminución de la Capa de Ozono.

Este problema no sólo afecta al hombre, sino también a las cosechas, ya que la calidad y cantidad de ellas disminuye sensiblemente. En los mares modifica los ecosistemas marinos, de tal manera que algunas especies desaparecen, como el fitoplancton, debido a que no se acostumbran a las nuevas condiciones de vida.

Para reducir el deterioro en la capa de ozono, en 1987, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente patrocinó el Protocolo de Montreal, el cual entró en vigor el 1 de enero de 1989 cuando 29 países y la Comunidad de Estados Europeos (CEE), hoy Unión Europea (UE), que representaban aproximadamente el 82% del consumo mundial de CFCs lo habían ratificado. En este Protocolo se establecieron las condiciones para limitar la producción y control del uso de CFCs, halones y bromuro de metilo por parte de los países que lo habían firmado.

Según los Estados signatarios del acuerdo, el objetivo del tratado es:

"Reconociendo que la emisión en todo el mundo de ciertas sustancias puede agotar considerablemente y modificar la capa de ozono en una forma que podría tener repercusiones nocivas sobre la salud y el medio ambiente,... Decididas a proteger la capa de ozono adoptando medidas preventivas para controlar equitativamente el total de emisiones mundiales de las sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base de los adelantos en los conocimientos científicos, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos y teniendo presentes las necesidades que en materia de desarrollo tienen los países en desarrollo"<sup>5</sup>

A partir de que entró en vigor el Protocolo se han hecho estudios sobre las concentraciones de ozono en la estratósfera. El 16 de septiembre de 2002, el Día Mundial de la Preservación de la Capa de Ozono, se dieron a conocer algunas conclusiones de los

---

<sup>5</sup> Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan el ozono.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Montreal](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Montreal)

estudios más recientes, y los especialistas dijeron que la concentración de CFCs en la atmósfera había disminuido y en los próximos años la capa podría recuperarse, siempre y cuando se siga limitando y eliminando el uso de los gases que la dañan, de tal forma que continúe esta tendencia de disminución y que el Protocolo de Montreal se cumpla en su totalidad.

### 1.2.3. Pérdida de la Biodiversidad.

Con el crecimiento de la población humana, se han destruido hábitats naturales como consecuencia de la construcción de aldeas, pueblos y ciudades, también a esto se debe añadir los daños que causan la infraestructura que acompaña a los nuevos poblados y el cultivo cada vez mayor de grandes extensiones de tierra para la producción de alimentos de origen animal y vegetal, que cada día son mayores para abastecer la demanda de la población.

En los últimos 400 años, la población ha crecido de forma exponencial, en el año 1600 eran alrededor de 500 millones, en 1800 ya eran 1000 millones y en 1940 eran casi tres mil millones.

Toda la diversidad biológica dota a los seres humanos de recursos biológicos, los cuales se han desarrollado en diversas actividades para los seres humanos como la agricultura y horticultura, además varias industrias también se han desarrollado como la del papel, la construcción, la farmacéutica, etc. Con el rápido crecimiento de la población, se ha observado una disminución en la biodiversidad, ocasionando que se reduzca la productividad de los ecosistemas y con ello se ve disminuida la posibilidad de obtener bienes de la naturaleza y de los cuales el ser humano se beneficia.

La pérdida de biodiversidad se debe a tres causas fundamentales:

- *Caza, exterminio y explotación de animales.* La caza tuvo su origen en el campo, en donde se eliminaban animales que eran una amenaza para el ganado. Lo anterior era habitual hasta hace poco tiempo, pues en la

actualidad ya no se cazan para alimentar a los seres humanos, sino que se capturan para comercializar las especies exóticas, aprovechar sus supuestas propiedades curativas, para coleccionarlas, etc.

- *Introducción de especies foráneas en ecosistemas nuevos para ellos.* Esto se debe principalmente al desplazamiento del hombre de un lugar a otro o al transporte de mercancías, en donde las especies que van con el hombre o en las mercancías deben acostumbrarse a las nuevas condiciones de vida, en muchas ocasiones capturando especies que se ven indefensas al ver a los nuevos depredadores, ocasionando la disminución de la fauna de estos lugares. Las especies nativas podrían sufrir perturbaciones, pues serían más sensibles a las nuevas especies, provocando así una serie de extinciones.
- *Alteración y destrucción de los ecosistemas.* En este punto podremos citar la tala inmoderada de árboles de los bosques tropicales con la finalidad de obtener maderas preciosas, obligando de esta manera el desplazamiento de los organismos que vivían en esta zona talada que deberán encontrar un hábitat parecido o morirán. Otro ejemplo de esta causa es el crecimiento de las poblaciones humanas y con ello la expansión de las tierras cultivables para dotar a la población de alimentos necesarios para su sobrevivencia. La construcción de caminos también afecta a los ecosistemas pues la comunicación y el desplazamiento de lo que antes era un hábitat continuo se obstaculizará o se impedirá totalmente.

La eliminación de una especie desencadena una serie de problemas. Por ejemplo, si un insecto desaparece puede traer como consecuencia la pérdida de cosechas y de cultivos que dependen de este insecto para la polinización. La desaparición de otra especie puede incrementar el número de plagas que controlaba. En conclusión, como dice Manuel

Ludevid, “la pérdida de una especie en la cadena alimenticia puede significar la disminución o extinción de especies a niveles más elevados.”<sup>6</sup>

La pérdida total de la biodiversidad podría causar un desequilibrio ecológico en el mundo, pero a largo plazo sería la pérdida de información genética.

#### 1.2.4. Deforestación de los Bosques.

La vegetación natural de un lugar se encuentra directamente relacionada con los factores del medio físico, como el agua, suelo, aire, temperatura, etc., por este motivo si se altera la vegetación natural todo lo demás se ve interrumpido y hasta podría llegar al extremo de desaparecer.

Los ecosistemas nunca están estáticos, pues constantemente están cambiando para formar su dinámica natural, pero al modificar o interrumpir esta dinámica debido a la deforestación, se llega a la ruptura del equilibrio ecológico. Con la deforestación, un problema que se acarrea es la erosión pues ya no hay quien amortigüe la fuerza con la que caen las gotas de la lluvia, por tal motivo es que desaparece la capa superficial de la tierra que es la más rica en nutrientes, quedando así desprotegido el suelo.

Debido a la deforestación también grandes cantidades de bosque quedan desprotegidas ante el viento, pues los árboles amortiguan aproximadamente entre el 40 y el 50% de la fuerza del viento. Sin esta amortiguación, el viento arrastra las partículas del suelo, provocando lo que se llama erosión eólica.

La deforestación también provoca aumentos en el CO<sub>2</sub> atmosférico, pues se ve disminuida la cantidad de bosques capaces de transformar ese gas de efecto invernadero en oxígeno. Por otro lado, el CO<sub>2</sub> aumenta debido a la quema de restos de los troncos, hojas, ramas, etc.

---

<sup>6</sup>Ludevid Anglada, Manuel. *El Cambio Global en el Medio Ambiente. Introducción a las Causas Humanas*. México. Alfaomega. 1998. p. 47.

Veamos ahora cuáles son las principales causas de la deforestación:

- Actividades Agrícolas.
- Actividades Ganaderas.
- Asentamientos Humanos.
- Actividades Industriales.
- Desastres Climatológicos.

### 1.3. Conclusión Capitular

En el último tiempo, temas como el cambio climático y el calentamiento global han tomado mucha fuerza a nivel mundial y nuestro país no es la excepción a esto. Dichos problemas surgen principalmente por las emisiones masivas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, producto de las actividades industriales productivas intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles para la obtención de energía.

Dado que la industria de la construcción es responsable de un 36% del consumo energético mundial y del 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> es que ésta se debe reformular frente al panorama mundial actual y buscar maneras más limpias de continuar con su actividad. Así es como la eficiencia en los recursos energéticos y ambientales en las construcciones serán los aspectos de diseño y construcción primordiales, que deberán enfrentar los ingenieros y arquitectos en los próximos años.

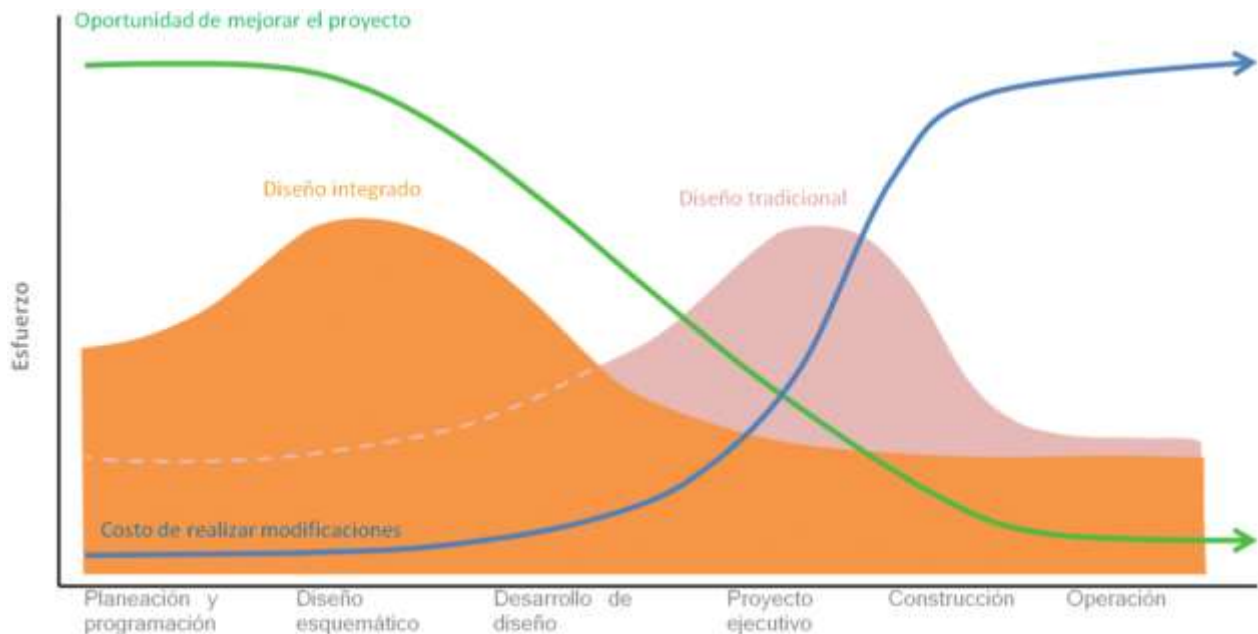
En este marco es que surge la denominada construcción sustentable, la cual se basa en que los inmuebles cuenten con aplicaciones y tecnologías que les permitan tener grandes ventajas medio ambientales, al reducir su huella de carbono en todo su ciclo de vida, usar mayoritariamente energías renovables y mejorar significativamente su eficiencia energética.

## 2. Proceso de Diseño Integrado.

Al facilitar el proceso de diseño integrado considerando al edificio y a sus sistemas como un todo y optimizando su desempeño energético y ambiental en conjunto. De esta forma, el máximo esfuerzo del equipo de diseño se realiza en el momento de mayor oportunidad de optimizar el proyecto a menor costo. Los edificios que se construyen después de un proceso de diseño integrado son considerados edificios de alto desempeño.

Al respecto diría Toyo Ito:

“La edificación sostenible tiene que ser una única cosa, no un elemento complementario. No se puede concebir un proyecto y luego decir: vamos a hacer algo para que sea respetuoso con el medioambiente.”<sup>7</sup>



Gráfica 1 Gráfica Diseño Integrado / Diseño Tradicional

<sup>7</sup>Toyo Ito; Arquitecto, Diseñador, Pensador. Es considerado uno de los arquitectos más innovadores e influyentes del mundo. El 17 de marzo de 2013 fue galardonado con el Premio Pritzker, considerado la distinción más importante en el mundo de la arquitectura. <http://www.toyo-ito.co.jp>

## 2.1. Diseño Tradicional.

El equipo realiza su mayor esfuerzo durante la etapa de proyecto ejecutivo cuando la oportunidad de influir en el proyecto es baja y el costo de realizar modificaciones está en aumento.

## 2.2. Diseño Integrado.

Se aprovecha el momento de menor costo y mayor oportunidad de influir en el proyecto para dedicar el máximo esfuerzo del equipo de diseño.

## 2.3. Evaluación del Comportamiento Ambiental.

A partir del reconocimiento de la problemática ambiental que se estaba viviendo en la Tierra desde los años setenta, las economías han tratado de hacer un equilibrio entre el crecimiento económico y la protección al medio ambiente, tratando de disminuir las consecuencias negativas de la industrialización.

Algunos sectores han criticado las estructuras sociales que afectan a la naturaleza pero también han buscado sus propias alternativas para disminuir los daños causados y solucionar la problemática ecológica.

*“La respuesta a los problemas ambientales ya expuestos, se han basado en el desarrollo sustentable. Las bases de este desarrollo declaran que vivir sustentablemente depende de la aceptación y la búsqueda de armonía con otra gente y con la naturaleza. La humanidad no debe extraer de la naturaleza más de lo que puede reponerle”.*<sup>8</sup> Por lo anterior, se puede llegar a la conclusión que la economía y el ambientalismo pueden y deben lograrse paralelamente.

---

<sup>8</sup>Cherni, Judith A. *Medio Ambiente y Globalización: Desarrollo Sustentable Modernizado*. p. 4. Disponible en <http://www.redem.buap.mx/acrobat/judith1.pdf>

Materiales contaminantes pueden ser sustituidos por otros más benignos: combustibles fósiles por combustibles renovables, como el uso de la “*Biomasa*”<sup>9</sup> y energía solar.

Con base en las ideas anteriores, en la industria de la construcción, en su afán de cuidar el medio ambiente, se han establecido comités responsables de crear sistemas de evaluación para edificios sustentables. Estos comités son llamados Consejos de Edificación Sustentable (Green Building Council, GBC). En la actualidad algunos países con estos Consejos son los siguientes: Estados Unidos de América, Canadá, Inglaterra, España, India, Japón, Taiwán, Australia, Emiratos Árabes Unidos, México y Nueva Zelandia. Los sistemas desarrollados por estos comités implican que durante el proceso constructivo y durante la vida útil del edificio se cumplan una serie de requisitos que disminuyan los efectos negativos en el medio ambiente.

Desde 1994 se han desarrollado e implementado alrededor del mundo esquemas de certificación de edificaciones sustentables. Con el objetivo de tener un uso eficiente de los recursos, reducción de gases de efecto invernadero, ahorro de agua y energía. A escala mundial existen diferentes métodos internacionales de evaluación del comportamiento ambiental de los edificios:

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology). *Sistema Amplio de Evaluación de la Eficiencia Medioambiental de los Edificios*. Desarrollado por Inglaterra.
- CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency). *Sistema Integral de Evaluación de la Eficiencia Medioambiental de Edificios*. Desarrollado por el GBC de Japón.

---

<sup>9</sup> El término “*Biomasa*” se refiere a toda la materia orgánica (descomposición de los seres vivos que mueren sobre la tierra) que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía.

- GREEN STAR Estrella Verde. Desarrollado por el GBC de Australia.
- LEED (Leadership in Energy & Environmental Design). Líder en Energía y Diseño Ambiental. Desarrollado por el GBC de Estados Unidos de América.<sup>10</sup>

## 2.4. Certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design)

LEED fue desarrollado por USGB (United States Green Building Council) y es un sistema de acreditación voluntario para edificios de todo tipo, particularmente residenciales, comerciales y corporativos de mediana y alta complejidad que reconoce el esfuerzo y logro de niveles de edificación sustentable.

La certificación se refleja en el bajo costo operativo, el aumento de valor del activo, la reducción de emisión de gases y desperdicio nocivo, el ahorro de energía y agua, la capacidad para participar de reducción de impuestos, incentivos y/o derechos además de procurar un ambiente saludable y seguro para sus ocupantes, como es la calidad del aire.

Los proyectos acumulan un puntaje al satisfacer criterios específicos<sup>11</sup>:

Elementos técnico-normativos:	✓ Sitios Sustentables [ SS ] 26 Puntos
✓ Obligatorio [Prerrequisitos]	✓ Ahorro de Agua [ WE ] 10 Puntos
✓ Optativo [Créditos]	✓ Energía y Atmósfera [ EA ] 35 Puntos
	✓ Materiales y Recursos [ MR ] 14 Puntos
	✓ Calidad Ambiental Interior [ IEQ ] 15 Puntos
	✓ Innovación en el Diseño [ ID ] 6 Puntos
	✓ Prioridad Regional [ RP ] 4 Puntos

<sup>10</sup> U.S. Green Building Council (USGBC) <http://www.usgbc.org>

<sup>11</sup> Beneficios y requisitos de la certificación LEED / CITIVA EDIFICACIONES VERDES

## 1. Sitios Sustentables.

Aboga principalmente por definir correctos criterios de emplazamiento de los proyectos, por la Revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la conectividad o cercanía al transporte público, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas lluvias en el terreno seleccionado.

## 2. Eficiencia en el Uso del Agua.

Incentiva a utilizar el recurso agua de la manera más eficiente, a través de la disminución 0 del agua de riego, con la adecuada selección de especies y la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo, por ejemplo.

## 3. Energía y Atmosfera

Debe cumplir con los requerimientos mínimos del Standard ASHRAE 90.1-2007 para un uso eficiente de la energía. Que utilizamos en nuestros proyectos, para esto se debe demostrar un porcentaje de ahorro energético (que va desde el 12% al 48% o más) en Comparación a un caso base que cumple con el estándar. Además se debe asegurar en esta categoría un adecuado comportamiento de los sistemas del edificio a largo plazo.<sup>12</sup>

## 4. Materiales y Recursos

Describe los parámetros que un edificio sustentable debiese considerar en torno a la selección de sus materiales. Se premia en esta categoría que los materiales utilizados sean regionales, reciclados, rápidamente renovables y/o certificados con algún sello verde, entre otros requisitos.

---

<sup>12</sup> U.S. Green Building Council (USGBC) <http://www.usgbc.org>

## 5. Calidad del Ambiente Interior

Describe los parámetros necesarios para proporcionar un adecuado ambiente interior en los edificios, una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, el control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación para los usuarios.

En abril de 2009 fue lanzado el sistema LEED Versión 3 el cual califica el desempeño de los edificios en cada una de las cinco áreas ya descritas así como en dos categorías de puntaje extra:

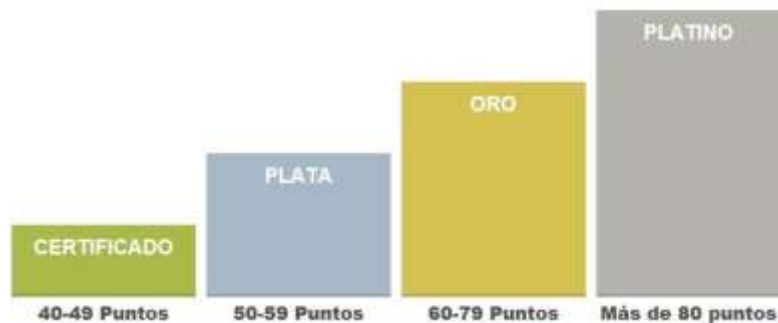
## 6. Innovación en el Diseño

Otorga puntos a proyectos que demuestran el uso de estrategias y tecnologías innovadoras y que mejoran el desempeño del edificio más allá de lo requerido en alguno de los créditos establecidos o en temas que no son específicamente considerados por LEED.

## 7. Prioridad Regional.

Se reconoce a los proyectos que atienden de manera especial la problemática ambiental de la zona en donde se encuentran.

Según los créditos alcanzados en estos criterios actualmente existen cuatro niveles de certificación: <sup>13</sup>



Grafica 2 Niveles de Certificación LEED

<sup>13</sup> U.S. Green Building Council (USGBC) <http://www.usgbc.org>

LEED ha desarrollado sistemas de calificación para todos los ambientes construidos:

- ✓ Edificio Diseño + Construcción.
- ✓ Diseño de Interiores + Construcción.
- ✓ Edificio en Operación / Mantenimiento.
- ✓ Desarrollos Habitacionales.
- ✓ Casa Habitación.

La misión LEED, es evolucionar la manera en la que son: diseñados, construidos y operados los edificios, de tal forma que se cumplan los estándares de rendimiento más altos; Creando un ambiente responsable, económicamente factible, sano y socialmente participativo, tanto para vivir como para trabajar, que tenga beneficios directos en constructores, diseñadores, usuarios y a la población en general.

Los criterios son entidades que permiten caracterizar el edificio a través de aspectos específicos (consumo de la energía primaria, emisiones de CO<sub>2</sub>, consumo de agua potable, etc.). Para hacer operativa la evaluación de cada criterio, es necesario asociar cada criterio con uno o más impactos y el indicador que suministra un valor numérico y su unidad de medida (kWh/m<sup>2</sup> año, kg CO<sub>2</sub> equiv./m<sup>2</sup> año, l/persona día).

Incorporar sistemas de ahorro de energía, como celdas fotovoltaicas, acondicionamiento bioclimático, iluminación natural, instalación eléctrica inteligente de bajo consumo, recuperación y aprovechamiento de agua pluvial, instalación hidráulica con elementos ahorradores, desechos de construcción con objetivos reciclables, fachada verde, mobiliario y desechos de construcción que cumplen la normatividad medioambiental.

Es importante mencionar el uso de estos métodos, ya que ellos nos permitirán conocer los criterios que se deben seguir para una construcción o remodelación sustentable con el fin de certificarla o simplemente para tener una mejor calidad de vida como ocupante de la edificación y de este planeta.

## 2.5. Pasos para Certificar un Proyecto LEED

Para certificar un proyecto LEED, las estrategias de diseño y construcción sustentables deben ser incorporadas en la etapa más temprana del proyecto y debe considerar la participación conjunta de todos los actores, incluyendo el propietario, los arquitectos, ingenieros, paisajistas, constructores, etc. La certificación LEED incentiva a las especialidades a implementar estrategias de eficiencia conjuntas. Esta integración, enfocada al diseño sustentable y desarrollo sustentable de nuestro edificio verde, nos permite articular de mejor manera las metas u objetivos planteados y lograr así un mejor nivel de certificación. El proceso de certificación se realiza a través de oficinas de consultores que actúan asesorando los proyectos, no son certificadores ni revisores, ya que el único organismo facultado para otorgar la certificación LEED es el USGBC en Estados Unidos. El servicio de certificación se realiza completamente online, a través de la página web del USGBC, Para esto, el organismo consultor documenta la información necesaria y la sube a la red. Esta información puede ser subida dividida en etapas (diseño y construcción), o toda la información de una vez.

## 2.6. Evolución LEED en México.

El primer proyecto certificado LEED en nuestro país data del año 2005. Fue entonces cuando el edificio de oficinas “Centro Internacional de Negocios” (Ciudad Juárez, Chihuahua) se acreditó con una certificación LEED para Construcción Nueva, nivel básico. En ese mismo año, se funda la primera Asociación Civil promotora de LEED y de la edificación sustentable “Mexico Green Building Council” (MexGBC). Esta organización no gubernamental mexicana es, al igual que el USGBC, miembro inicial del “World Green Building Council” (WorldGBC) que en la actualidad agrupa asociaciones afines en más de 90 países.

Posteriormente, en 2007, el proyecto “Torre HSBC” (México, D.F.) obtuvo la primera certificación LEED-NC Nivel Oro. Cabe destacar que este proyecto fue, sin duda, un fuerte detonante para la aceptación y demanda por la certificación LEED en nuestro país. Otro hito

relevante es la primera certificación LEED-NC Nivel Platino que ostenta desde 2011 las oficinas de la empresa consultora “Bioconstrucción y Energía Alternativa” (Monterrey, N.L.), distinguiéndose ésta como la primera certificación de su clase en América Latina.

El interés de mercado por las certificaciones LEED ha crecido a un ritmo acelerado, especialmente en los últimos años, a razón de un incremento anual del superior al 20%. Puede afirmarse que el apetito original por proyectos certificados LEED fue, en buena medida, instigado por empresas transnacionales o promotores extranjeros quienes ya incluyen la certificación LEED como un estándar en sus políticas de inversión inmobiliaria. Organizaciones públicas y privadas, líderes nacionales, ya hacen lo propio incorporando la certificación como una meta obligada para sus desarrollos patrimoniales o especulativos.

En el mes de enero de 2014, sumando 350 proyectos registrados (aspirantes en proceso de certificación) más otros 92 ya certificados, México se posiciona como el quinto país en la lista mundial de proyectos LEED.

Las tipologías de edificación más demandantes por la certificación son oficinas administrativas y comerciales, desarrollos de usos mixtos, hoteles y sucursales bancarias, así como proyectos residenciales verticales, naves industriales y centros de distribución.



Figura 5. Proyectos Certificados LEED en México.

La influencia de LEED no solo se limita a la suma de los proyectos registrados más los proyectos ya certificados. El sistema LEED ya está siendo utilizado recurrentemente en México por miles de profesionales de la arquitectura, constructores, inversionistas inmobiliarios y propietarios como una guía para mejorar sus lineamientos y prácticas de diseño, construcción, operación y comercialización de bienes inmuebles.

Puede afirmarse que la función diferenciante y transformadora de mercado inherente al LEED está siendo efectiva. Muchos de los proyectos de edificación más emblemáticos en el país cuentan ya, o están considerando la certificación LEED para regir sus decisiones en materia de eficiencia energética y cuidado ambiental. Estos proyectos modelo, a su vez, sirven como casos de éxito y referentes para un mucho mayor número de inversiones inmobiliarias.



Grafica 3. Proyectos LEED Certificados en Mexico.



Grafica 4. Proyectos LEED Industriales Certificados en México.

El “Efecto LEED” ha cumplido también su cometido de favorecer una transición en la oferta de productos y servicios ambientalmente preferentes para la construcción. Los fabricantes de materiales de construcción y los proveedores de servicios profesionales están reorientando su propuesta de valor hacia los beneficios “ecológicos” de sus ofrecimientos.

## 2.7. Conclusión Capitular

A pesar de su indiscutible éxito, LEED enfrenta retos importantes para mantenerse vigente en su calidad de sistema líder a nivel mundial para la calificación energética y ambiental de proyectos de edificación.

Uno de sus mayores retos actuales es aquel que le supone su capacidad de adaptabilidad a los diferentes mercados e idiosincrasias alrededor del mundo. Para tal efecto, el USGBC ha dispuesto el Programa “LEED International Roundtable” que convoca a más 20 países para desarrollar rutas alternativas (locales) de cumplimiento para los requerimientos técnicos incluidos en este sistema de certificación que se fortalece con una nueva orientación global. MexGBC es la entidad representante de nuestro país en esta mesa técnica internacional. Estas consideraciones de adaptación o “localización” están ya perfiladas para ser incluidas en la próxima versión 4.0 de la familia de sistemas LEED.

Es aquí donde se abre la posibilidad de homologar las exigencias técnicas de LEED con la Normatividad Mexicana vigente (Normas Oficiales Mexicanas, Normas Voluntarias Mexicanas, Reglamentos de Planeación Urbana y Construcción, Especificaciones Técnicas, etc.). Esta concordancia de criterios ofrecería resultados muy convenientes. Podría motivar, por una parte, el cumplimiento de las disposiciones normativas y reglamentarias nacionales, y por otro lado, facilitar los procesos de revisión de la certificación LEED.

### 3. Desarrollo Industrial en el Bajío Mexicano.

Un tercio de la demanda energética global y un 19% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se atribuyen a la actividad industrial.

En México, emitimos el 1.5% de los GEI a nivel mundial, parecería poco en términos absolutos y comparados con los países desarrollados. Sin embargo, nuestras emisiones han aumentado en un 40% tan solo en el periodo 1990 al 2008.

Para nuestro país, toda vez habiendo establecido como objetivo formal una reducción del 50% en las emisiones de carbono para el 2050, el aplicar efectivas acciones de diseño ecológico, construcción eficiente y operación sustentable en el sector industrial es de vital importancia.



*Figura 6. Localización del Bajío Mexicano.*

El asentamiento de la industria en esta región, ha detonado un crecimiento económico, que ahora es el más rápido del país y América Latina.

El Bajío ha desplazado a las grandes ciudades del norte de la República Mexicana en construcción y ampliación de parques industriales, lo que representa un nuevo despertar para la región.

Es el nuevo corazón industrial de México y avanza con paso firme para convertirse en el centro manufacturero de América del Norte.

### 3.1. Prácticas Sustentables para la Edificación Industrial.

Hablar de la sustentabilidad en el ámbito industrial presenta un reto tanto para el equipo de proyecto como para la empresa interesada. Sin embargo, debido a que se ha demostrado que los proyectos industriales poseen una oportunidad única de presentar beneficios ambientales, en la última década el diseño sustentable ha pasado de un concepto ambiguo y de moda a un prerrequisito para un número cada vez más importante de empresas.

La edificación sustentable implica efectuar un análisis profundo del funcionamiento del edificio e implementar algunos cambios en las prácticas tradicionales de diseño y construcción de cada empresa. Las técnicas y materiales utilizados para la construcción de los edificios sustentables varían desde lo simple hasta lo más sofisticado en términos tecnológicos. Estos cambios no sólo presentan menor impacto ambiental, sino un aumento en la salud y productividad de los usuarios y permite a las empresas convertirse en un diferenciador de mercado, atrayendo clientes internacionales cada vez más informados y exigentes en cuanto a objetivos de mitigación ambiental de sus productos se refiere.

Diversas empresas a nivel mundial han apostado por la sustentabilidad en sus plantas de producción, desde el planteamiento de los objetivos tangibles y medibles de sustentabilidad, hasta la implementación y puesta en marcha de los mismos.

Las actuaciones prioritarias a considerar e implementar en este tipo de proyectos para que sus operaciones sean intrínsecamente sustentables:

#### 1. Ubicación.

La ubicación estratégica del sitio es un punto fundamental para lograr la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como la reducción de costos por conceptos logísticos y de transporte. El ahorro energético derivado de la reducción de los tiempos de espera y distancias recorridas por los autotransportes de distribución puede llegar a ser equivalente a la cantidad de energía requerida para el mismo funcionamiento del edificio, representando entonces sustantivos ahorros económicos para la empresa.

## 2. Azoteas.

Los edificios industriales se caracterizan por contar con una amplia planta abierta, lo que proyecta una gran superficie de techumbre que suele tener un impacto muy fuerte en el consumo energético de la nave debido a la ganancia/pérdida térmica por conducción y radiación solar. La correcta selección e implementación de aislamientos en azotea, adecuados al tipo de clima y características de los procesos industriales que se llevan a cabo al interior de la edificación, puede llegar a reducir hasta en un 30% el consumo energético del sistema de climatización de aire. Asimismo, el acabado exterior y color de la azotea puede contribuir a disminuir la carga térmica al contar con un alto índice de reflexión solar.

## 3. Iluminación.

Si bien contar con adecuados niveles de iluminación es fundamental para tener un proceso industrial de calidad, la iluminación es uno de los conceptos de mayor consumo energético en este tipo de construcciones. El máximo aprovechamiento de la iluminación natural es fundamental para reducir el consumo energético y evitar trastornos en el ritmo circadiano de los usuarios mediante el establecimiento de un contacto visual con el exterior.

La iluminación cenital a través de domos de alta eficiencia tiene un gran potencial a bajo costo en este tipo de proyectos, reduciendo el alto consumo energético en cualquier área de la planta. Más aún, las ventanas de alto desempeño en las fachadas verticales contribuyen a incrementar los niveles de iluminación natural, permitiendo las vistas al exterior y logrando una mejor calidad del ambiente interior para los usuarios.

En las horas en las que la iluminación natural no se encuentre disponible a niveles suficientes, la selección adecuada del sistema de iluminación artificial y sus controles es la solución para evitar consumos energéticos desmesurados.

#### 4. Manejo de los Desechos.

Gran parte de los residuos generados por una industria tienen el potencial de convertirse en materia prima para otra industria de producción (ref. simbiosis industrial). Identificar este potencial y establecer contacto con las industrias beneficiarias logra reducir los desechos industriales en un gran porcentaje anual, reduciendo el impacto ambiental al aire y agua, así como la posibilidad de ofrecer al mercado productos con alto contenido reciclado.

#### 5. Calidad del Aire Interior.

En los edificios industriales, la concentración de contaminantes y otros elementos dañinos a la salud de los usuarios suele ser común. Se debe integrar en el diseño de ventilación altas tasas de renovación del aire; inyectar aire exterior más puro es fundamental para asegurar una mejor salud y confort de los usuarios, incrementando en consecuencia el desempeño y productividad, al tiempo de reducir las tasas de ausentismo del personal.

#### 6. Conservación del Agua.

Tanto en los procesos industriales como en los usos sanitarios, la conservación del agua representa una prioridad a nivel mundial. Estrategias como la captación y reutilización del agua pluvial, y el tratamiento y reutilización de las aguas residuales, pueden contribuir a lograr altos niveles de ahorro de agua e incluso la autosuficiencia, evitando el consumo de agua de la red municipal y por ende el impacto en la infraestructura urbana correspondiente.

#### 7. Manejo de Aguas de Tormenta.

Para contrarrestar el impacto por impermeabilidad de la superficie construida de los edificios industriales en el volumen de agua de tormenta que recibe la infraestructura de la red de drenaje y tratamiento municipal, el diseño de paisaje debe contribuir a la captación,

infiltración y/o aprovechamiento del agua de tormentas, reduciendo el volumen de agua potable requerido para riego y disminuyendo también los impactos negativos por inundaciones.

## 8. Eficiencia en los Equipos de Producción.

El principal consumo energético en los proyectos de carácter industrial se adjudica a los equipos y procesos de producción, pudiendo éstos representar porcentajes superiores al 90% de la factura energética dentro del edificio. Se debe apostar por la incorporación de equipamiento de alta eficiencia energética e implementar un sistema de mejora continua que asegure la eficiencia operativa para el ciclo de vida del proyecto.

## 9. Buscar Sinergias Energéticas.

Muchos proyectos industriales generan una notable cantidad de energía aprovechable en otros procesos (p.ej. el calor generado en la producción de compuestos químicos puede ser utilizado para calentar el agua requerida en el lavado de los recipientes). Identificar estas sinergias e implementar estrategias para su máximo aprovechamiento puede lograr la reducción del consumo energético mayor a un 20%.

## 10. Energía Renovable.

El área de techos de las naves industriales se convierte en una oportunidad formidable para la instalación de tecnologías de energía renovable, tales como módulos fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica, o bien, paneles solares térmicos para la producción de agua caliente (en caso de ser requerida por los procesos industriales). En la medida en que el edificio logre reducir su consumo energético, estos sistemas se presentan más redituables, pudiendo llegar a convertir al edificio en un Zero Energy Building, cuyos beneficios percibidos no son únicamente ambientales, sino también directamente económicos para la empresa.

### 3.2. Industrias Sustentables; Edificaciones Productivas.

Si bien, es incuestionable que el sector industrial aporta múltiples e importantes elementos positivos de desarrollo a nuestro país, en los últimos años éste ha exigido la atención de otra demanda cada vez más alarmante: el cambio climático. Esto es, contaminación de agua y aire, sobreexplotación de recursos, deforestación, consumo de energéticos, entre otros. El problema no parece ser tan grave para el ojo común, pero datos y hechos revelan la urgencia de llevar a cabo cambios substantivos al modus operandi de nuestros sectores productivos. México emite el 1.5% de los Gases de Efecto Invernadero a nivel mundial, poco al comparar con los niveles emitidos por otros países más desarrollados, empero, estas emisiones propias han aumentado cerca del 40% en las últimas dos décadas, representando mucho más del acumulado en los previos cien años.

Por ello, empresas de manufactura nacional e internacional, han empezado a incorporar la sustentabilidad como parte de sus valores fundamentales de negocio, un atributo totalmente trasladable a su portafolio de bienes inmuebles. Igualmente destacable es el avance tecnológico y las economías de escala acontecidas en recientes años, permitiendo, por ejemplo, una reducción de hasta un 60% en los costos de sistemas de energía renovable, y favoreciendo retornos de inversión más atractivos. Para el año 2018, se prevé que el 25% de generación de electricidad en México provenga de fuentes renovables, acrecentando esa participación a un 35% para el 2024. Por su parte, el sector industrial nacional inicia la exploración de sistemas integrados de energías limpias a gran escala.

¿Por dónde puede empezar un desarrollo industrial a “enverdecer” sus instalaciones e infraestructura? La naturaleza de la edificación industrial sugiere una oportuna y adecuada planeación en su fase temprana, particularmente los proyectos que siguen esquemas de Procedimientos Rápidos de Diseño y Construcción. Para esto, es recomendable empezar con un Plan Estratégico de Sustentabilidad basado en los requerimientos del cliente y contar con un equipo humano cualificado y comprometido, para entonces llevar a cabo un Proceso Integrado de Diseño que permita cumplir con los objetivos energéticos y ambientales del proyecto en tiempo y forma.

Adicionalmente, es muy conveniente ejecutar una modelación energética, que integre los elementos que influyen y confluyen en el desempeño energético de un inmueble: región climática, estrategias de diseño bioclimático, materiales constructivos, equipamiento de climatización e iluminación, número de usuarios, horarios de operación, sistemas de medición, automatización y monitoreo, instalaciones de energías renovables, entre muchas otras.

El resultado de dichas acciones es la definición de prototipos de edificación adecuados a las necesidades del cliente y el emplazamiento físico-ambiental de proyecto, capitalizando ahorros energéticos, maximizando economías al establecer estándares de construcción homologados y replicables.

La implementación de sistemas de medición y monitoreo de recursos (p.ej. energéticos y agua), aunado a un plan de mantenimiento preventivo y operación eficiente, permitirán mantener un alto desempeño y bajos costos operativos durante todo ciclo de vida del edificio.

Hoy en día, existen numerosos proyectos exitosos que demuestran el caso de negocio para la edificación industrial sustentable.

A nivel internacional, cabe destacar el caso de “G.PARK Blue Planet” en Inglaterra. Éste es el primer centro logístico que reduce más emisiones de carbono que las que produce (Carbon Positive) y certificado Outstanding por el BREEAM (equivalente británico a la Certificación LEED). Se trata de un proyecto emblemático integralmente diseñado, que incorpora tecnologías de punta, entre las que destacan placas cinéticas y paneles fotovoltaicos constituidos en la envolvente del edificio (BIPV). Estas ecotecnologías, aunadas a una estrategia de bajo consumo de recursos y alta eficiencia energética, permiten que el inmueble no sólo satisfaga el 100% de su propia demanda energética, sino que también entregue los excedentes generados a la red pública.



*Ilustración 7 G. PARK Blue Planet.*

Todos los materiales fueron seleccionados por sus propiedades sostenibles en la calidad, durabilidad y reciclaje potencial y el desarrollo cuenta con innovaciones ambientales que van desde una central de biomasa para el uso de placas de energía cinética en toda la infraestructura del edificio.

El edificio ofrece 100% de energía y calor a partir de fuentes renovables, el ahorro de 49% en calor y electricidad, el 68% de la calefacción, y el 68% en agua, para proporcionar un coste global de energía en el uso de ahorro de £ 300,000 por año.

This sustainable logistics scheme is an example of Chetwoods' holistic approach to environmental design in addressing the social (green corridor and ecology park), environmental (carbon positive creation of energy for general consumption), and economic (savings in cost in use) facets of sustainable design. Este esquema de la logística sostenible es un ejemplo de enfoque holístico Chetwoods 'para el diseño ambiental para abordar el (corredor verde y la ecología del parque) sociales, ambientales (carbono creación positiva de la energía para el consumo general) y económicos (ahorro en el costo en uso) facetas de diseño sostenible.

En el contexto de nuestro país, empresas como TenarisTamsa, L’Oreal, Caterpillar, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, Johnson Controls, Bombardier, y desarrolladores industriales como VESTA, son algunos ejemplos de organizaciones que han implementado estrategias corporativas de sustentabilidad en su portafolio inmobiliario industrial a través de acciones exitosas y concretas tales como Certificaciones LEED, alcanzando significativas metas de reducción del impacto de sus edificaciones en el medio ambiente, en cumplimiento a estándares de clase mundial mediante un diseño arquitectónico y equipamiento eficiente que garantiza una reducción en costos operativos durante la vida útil del inmueble.



Figura 8. Planta L’ORÉAL Stimulus

Numerosas firmas con vocación industrial encuentran en certificaciones como LEED y lineamientos de diseño y construcción sustentables un satisfactorio abordaje de temas tales como manejo sustentable del sitio, reducción en el consumo de agua, eficiencia energética y protección a la atmósfera, materiales y recursos ambientalmente preferentes, calidad de ambiente en interiores e innovación tecnológica.

El caso de la reciente expansión del complejo industrial TenarisTamsa, localizado en Veracruz, México, es particularmente interesante; El proyecto logró reducir sus consumos energéticos base en un 21%, circunscribiendo las actividades de proceso productivo, que en el caso de plantas de este tipo representan más del 95% del consumo total de energía. Este solo acierto redujo en un 19% sus emisiones de CO2. Adicionalmente, se reporta una ahorro del 50% en consumos de agua potable, se aprovecha al máximo la iluminación natural, se promueve el uso de transporte alternativo, así como el reciclaje de materiales y desechos. TenarisTamsa, a través de una novedosa campaña de comunicación, logró transmitir y promover las mejores prácticas de edificación sustentable entre sus colaboradores y la comunidad que le rodea.



Figura 9. Fabrica Tenaris Tamsa.

Al momento de enverdecer sus proyectos industriales, los desarrolladores deben contemplar estrategias básicas de un proceso edificatorio sustentable, las cuales abarcan desde la selección de una ubicación con alta conectividad, un diseño arquitectónico bioclimático, la inclusión de tecnologías ecológicas in situ y materiales ambientalmente preferentes, por nombrar algunas.

Es cada vez mayor el número de empresas que formalizan sus obligaciones con el medio ambiente y sus comunidades, y lo anteriormente expuesto contribuye elocuentemente a demostrar su efectiva viabilidad dentro de la edificación industrial, al tiempo de atender los retos holísticos del nuevo modelo global de desarrollo sustentable. Además, estos compromisos voluntarios garantizan el cumplimiento de las cada vez más exigentes regulaciones y normatividades relativas al cambio climático, protección ambiental y eficiencia energética, aportando en consecuencia a la mejor calificación de las compañías en términos tanto financieros como en aspectos de responsabilidad social y su contribución de mitigar las emisiones de carbono.

### 3.3. Conclusión Capitular

El uso eficiente de los recursos naturales y la energía es un factor imprescindible al momento de programar y proyectar las nuevas inversiones e instalaciones industriales.

En Latinoamérica, el sector industrial demanda un 33% de la energía total y un 9% del consumo de agua potable. Comparado con el menor consumo energético de los sectores residencial (19%) y comercial (5%), el ramo industrial presenta un atractivo retorno de inversión para las estrategias de mitigación ambiental y la generación de energías limpias en sitio.

No menos relevante: el ámbito industrial presenta un alto potencial de reconocimiento internacional por su compromiso con el medio ambiente, ofreciendo productos ambientalmente preferentes desarrollados bajo una infraestructura con altos estándares de construcción sustentable.

La certificación LEED genera naves industriales más eficientes en el consumo de agua, energía y desperdicios. Requieren menor mantenimiento, generan menores costos de operación y ofrecen mayor confort que una nave tradicional, incrementando su valor de mercado.

Además de las ventajas en eficiencia y el efecto social que pueda tener una nave industrial sustentable, es sin duda una tendencia creciente a nivel global. Las empresas multinacionales están adoptando cada vez más políticas de sustentabilidad como parte de sus valores corporativos y continuarán demandando espacios y recursos que estén alineadas con este tipo de prácticas.

Con la creciente importancia de México en el ámbito global, no cabe duda que la certificación LEED se transformará en un requisito indispensable para las naves industriales en el futuro.

## Tabla de Ilustraciones.

Figura 1. Esquema de los tres ámbitos básicos del desarrollo sustentable .....	6
Figura. 2 Sinergia de los aspectos económicos, sociales y ambientales .....	9
Figura 3. Principales Indicadores, que llevan a la edificación sustentable.....	10
Figura 4. Evolución Arquitectónica; Punto de Inflexión .....	17
Figura 5. Proyectos Certificados LEED en México.....	35
Figura 7. Localización del Bajío Mexicano .....	38
Ilustración 8 G. PARK Blue Planet .....	45
Figura 9. Planta L'ORÉAL Stimulus .....	46
Figura 10. Fabrica Tenaris Tamsa.....	47

## Bibliografía

- <sup>1</sup> Eficiencia Energética en Edificios, Certificación y Auditorías Energéticas. Autores: Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez. Editorial THOMSON.
- <sup>2</sup> Toyo Ito; Arquitecto, Diseñador, Pensador. Es considerado uno de los arquitectos más innovadores e influyentes del mundo. El 17 de marzo de 2013 fue galardonado con el Premio Pritzker, considerado la distinción más importante en el mundo de la arquitectura. <http://www.toyo-ito.co.jp>
- <sup>3</sup> Litosfera: es la capa sólida superficial de la Tierra, caracterizada por su rigidez. <http://es.wikipedia.org/wiki/Litosfera>
- <sup>4</sup> Naciones Unidas (1998). «Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático»
- <sup>5</sup> Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan el ozono. [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Montreal](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Montreal)
- <sup>6</sup> Ludevid Anglada, Manuel. *El Cambio Global en el Medio Ambiente. Introducción a las Causas Humanas*. México. Alfaomega. 1998. p. 47.
- <sup>7</sup> Toyo Ito; Arquitecto, Diseñador, Pensador. Es considerado uno de los arquitectos más innovadores e influyentes del mundo. El 17 de marzo de 2013 fue galardonado con el Premio Pritzker, considerado la distinción más importante en el mundo de la arquitectura. <http://www.toyo-ito.co.jp>
- <sup>8</sup> Cherni, Judith A. *Medio Ambiente y Globalización: Desarrollo Sustentable Modernizado*. p. 4. Disponible en <http://www.redem.buap.mx/acrobat/judith1.pdf>
- <sup>9</sup> El término “*Biomasa*” se refiere a toda la materia orgánica (descomposición de los seres vivos que mueren sobre la tierra) que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía.
- <sup>10</sup> U.S. Green Building Council (USGBC) <http://www.usgbc.org>
- <sup>11</sup> Beneficios y requisitos de la certificación LEED / CITIVA EDIFICACIONES VERDES
- <sup>51</sup> U.S. Green Building Council (USGBC) <http://www.usgbc.org>