



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA  
CAMPO DE CONOCIMIENTO: TECNOLOGÍA**

## **ARQUITECTURA SUSTENTABLE ¿UTOPIA O POSIBILIDAD?**

**MODALIDAD POR TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA-TECNOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**MARIO RAÚL ROJAS ESPINOSA**

**TUTORA:**

**DRA. ARQ. ANA DOLORES FLORES SANDOVAL**

**MÉXICO, D. F., noviembre □□ 2013**



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.

# PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA



MARIO RAÚL ROJAS ESPINOSA

MÉXICO 2013



**JURADO:**

**Directora de tesis  
Dra. Arq. Ana Dolores Flores Sandoval**

**Sinodales:**

**Arq. Héctor Ferreiro León  
M. en Arq. Francisco Reyna Gómez  
Dr. C. Jorge Fernando Cervantes Borja  
Dr. Hermilo Salas Espíndola**

## **AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco el apoyo y comprensión de las autoridades del Instituto Tecnológico de Pachuca para realizar los estudios y trámites de los estudios de Posgrado.



Mi gratitud a todos los docentes de Posgrados de la UNAM que participaron en los diversos cursos de la Maestría por la transmisión de sus conocimientos, experiencias y puntos de vista, han sido un ejemplo motivacional en mi quehacer profesional y personal.

- ❖ **Introducción**
- ❖ **Investigación**

### Capítulo I. **Lo sustentable en la Arquitectura**

- I.1 Antecedentes
- I.2 Fundamento teórico del diseño arquitectónico sustentable
- I.3 Criterios de diseño sustentable para certificación (LEED, BREEAM, PECE)
- I.4 La forma y el espacio arquitectónico en la sustentabilidad
- I.5 La sustentabilidad en el proceso constructivo
- I.6 Eficiencia actual de las fuentes alternativas de energía limpia

### Capítulo II. **Lo sustentable y lo sostenible**

- II.1 Medio ambiente y Arquitectura
- II.2 Origen y evolución de lo sostenible y lo sustentable
- II.3 Estilo de vida vs sustentabilidad

### Capítulo III. **Marco contextual**

- III.1 Sustentabilidad (BREAM) en Europa, el City Hall de Londres de N. Foster
- III.2 Sustentabilidad (LEED) en Norteamérica, el Museo de Ciencias Naturales de California de Renzo Piano

### Capítulo IV. **Metodología y validación de la información**

- IV.1 Estudio de caso
- IV.2 Registro de casos
- IV.3 Investigación documental
- IV.4 Observación participante
- IV.5 Materiales
- IV.6 Análisis de la información
- IV.7 Conclusiones de la evaluación realizada

### Capítulo V. **Propuesta de la investigación**

- V.1 Sustentabilidad arquitectónica
- V.2 Objetivación del grado de sustentabilidad arquitectónica
- V.3 Manifiesto de la sustentabilidad arquitectónica

- ❖ **Conclusiones**
- ❖ **Fuentes de información**

# **Arquitectura sustentable ¿Utopía o posibilidad?**

## **INTRODUCCIÓN**

El diseño y construcción del hábitat humano en México es tanto una necesidad social como un derecho constitucional que no ha sido cubierto en su totalidad ni con responsabilidad. Contar con viviendas y equipamientos urbanos eficientes y responsables hacia el ambiente, no debe ser solo un deseo, está señalado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El desarrollo de una Arquitectura Sustentable y Sostenible, debe ser una meta del quehacer de los profesionistas del área, soportada desde las aulas y alcanzable en la praxis profesional.

La Era Industrial inició hace doscientos años, durante los cuales se ha hecho uso de los recursos naturales planetarios de forma intensa e indiscriminada, transformándolos para su utilización y retornándolos a la naturaleza como desechos o basura, elementos contaminantes que al haber sido transformados, la naturaleza está impedida para reincorporarlos a los ciclos naturales de manera expedita, alterando el paisaje, la composición del suelo, aire y agua; contaminando y degradando los ecosistemas, creando un problema ambiental tendiente a la extinción, no solo de especies animales y vegetales, sino de la misma humanidad, “cualquier evento grave de extinción está siempre correlacionado con un trastorno ambiental importante” (Mayr, 1963), el planeta Tierra es nuestra casa y no se cuenta en la actualidad con la

tecnología para mudarse a otro planeta, por lo que toda acción que se intente o trate de implementarse para corregir la problemática creada en este lapso de tiempo, por pequeña que sea, será un paso en beneficio del planeta y sus habitantes.

La Arquitectura Sustentable nació con la misión de realizar diseños y construcciones respetuosas del ambiente, pero se ha enfrentado a la ineficacia e ineficiencia de la cabal comprensión del término sustentable. Lo sustentable, es una modalidad de la Arquitectura que se ha comportado más como un buen deseo que como una realidad en la actualidad; toda actividad humana, entre ellas, la constructiva, generan un daño hacia la naturaleza, como consta la degradación, contaminación y empobrecimiento del ambiente global. Lo sustentable de la Arquitectura está tendiendo a el uso y consumo de nuevas tecnologías, no soportado proyectualmente en el conocimiento del medio e información que se debe poseer, bagaje de conocimientos citados desde hace más de dos mil años en tratados de Arquitectura como *Los Diez Libros de la Arquitectura* de Marco Polion Vitruvio (s. I D.C.) o en *Re Aedificatoria* de León Battista Alberti (s. XIV) en el Renacimiento; quienes expusieron:

*“...de la naturaleza de las cosas, que en griego se llama fisiología, la cual debe saberse con mayor cuidado, tanto por contener muchas y variadas cuestiones naturales, cuanto por lo que mira a la conducción de aguas encañadas, porque en su camino, rodeos y subidas se excitan aires de varias maneras, cuya resistencia no podrá evitar sino quien por la filosofía sepa la naturaleza de las cosas... Necesita el arquitecto de la Medicina, para conocer las variedades de cielo, que los griegos llaman climata, las cualidades del aire de las regiones, cuales son saludables o pestilentes, y el uso de las aguas; porque sin estas precauciones no puede haber habitaciones sanas... Por la astronomía, finalmente, se conoce el oriente, occidente, mediodía y septentrion, como tambien la constitución celeste, a saber los equinoccios, solsticios y curso de los astros, quien careciere de ningun modo entenderá la gnomónica” (Vitruvio, 79)<sup>1</sup>.*

Es importante entender que la sustentabilidad está presentando la misma tendencia planteada por el Estilo Internacional en el Movimiento Moderno, promulgar las ventajas de emplear materiales y sistemas creados y exportados por países desarrollados para ser consumidos por aquellos que

---

<sup>1</sup> VITRUVIO, MARCO P (S. I dC) DIEZ LIBROS DE LA ARQUITECTURA. Libro Primero, Capitulo Primero. De la esencia de la Arquitectura e instituciones de los arquitectos.



presentan dependencia. Movimiento que evitó el estudio de la Historia y despreció a la arquitectura vernácula, pues no había sido diseñada por arquitectos; abandonando los conocimientos populares adquiridos en años de prueba-error y que habían generado ecotécnicas de diseño y constructivas que permitieron edificar hábitats acondicionados a las necesidades ambientales de los diversos lugares y ambientes, sin recurrir a tecnologías para ventilar, aislar, calentar e iluminar con el empleo de energías adicionales, arribando a escenarios ilógicos, como construir espacios habitables en la costa pero con el clima de la montaña; símbolos del dominio del hombre sobre la naturaleza, del sentimiento de Dioses, desarrollado en los seres humanos a través de la generación de la ciencia y la tecnología, no como procesos de explicación del cosmos, sino como medios mercadotécnicos productores de riqueza y desigualdad social, sin tomar en cuenta que la naturaleza, tarde o temprano, recupera su dominio y no de manera agradable para los humanos.

El problema ambiental planetario ha sido generado por el 15%<sup>2</sup> de la población mundial, quienes se han beneficiado, pero creando un problema que afecta a todos, la limitación de las aspiraciones del restante 85% de alcanzar estilos de vida similares a los promulgados y difundidos como ideales de desarrollo por aquellos que los han conseguido, es lo planteado en el informe Brundtland y su principio, la sostenibilidad; una reducción de las aspiraciones de las sociedades subdesarrolladas, manteniendo la preminencia de los desarrollados. Es fácil, para sociedades que tienen todo, exigir a las que no lo poseen que limiten sus aspiraciones, que condicionen su desarrollo a no dañar a la naturaleza, cuando el desarrollo de los países del primer mundo se basó en la degradación, no solo de sus recursos naturales, sino de los recursos de los países periféricos. Se ha convertido a la sustentabilidad en un problema ideológico-político y económico, más que ético y de responsabilidad social para con el medio, orientando criterios de diseño sustentable (LEED<sup>3</sup>, BREEAM<sup>4</sup>), a

---

<sup>2</sup> Población desarrollada y subdesarrollada. <http://www.portalplanetasedna.com.ar/paises.htm>

<sup>3</sup> Leadership in Energy & Environmental Design (Diseño líder en energía y medio ambiente)

<sup>4</sup> Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology (Método de Evaluación y Certificación de la Sostenibilidad de la Edificación)

cuestiones comerciales (Green Wash<sup>5</sup>), más que a acciones reales; Cuestiones estéticas como los muros y azoteas verdes, que a acciones eficaces, pues las tecnologías actuales poseen solo de un 17% a un 25% de eficacia y costos muy altos de implementación, costos accesibles para muy pocos e inaccesibles para la mayoría. Por esto, la Arquitectura Sustentable debe de orientarse al empleo de los principios de diseño ambiental o bioclimático y no al empleo de tecnologías que solucionan problemas creados por los malos diseños, por la ineptitud de arquitectos que solo ven intereses económicos y de bienestar individual y no colectivo; Orientar el diseño arquitectónico hacia la conservación y mejoramiento del ambiente a través del ahorro energético, la conservación de los recursos humanos, naturales, económicos y energéticos; La optimización del uso del agua y la generación de energías limpias, recurriendo al mínimo uso de tecnologías. Ya Alvar Aalto había planteado que *“La técnica no es lo más importante, hay que entender la energía de la vida, buscar el alma, entender la parte del sentimiento y la individualidad. En arquitectura, se puede constatar que la técnica es solamente una ayuda, pero no un fenómeno independiente y definitivo. El funcionalismo técnico no puede definir la arquitectura”* (Barba, 2011). Pero estos ideales no producen grandes ganancias económicas como el uso de la “sustentabilidad” está logrando, en la última década, el presupuesto mundial para la investigación de “lo sustentable” pasó de 400 mdd a 4,000 mdd; Hoy, todo debe ser sustentable, puro GreenWash -“con el lavado verde, todo es socialmente responsable”-, pues es la manera de ingresar a la repartición de esos fondos. Lo anterior, acentuado por el cambio climático, palpable desde la última década, ocasionado por los gases de efecto invernadero, según algunos autores por causa antropogénica (Kioto,1997), aunque otros consideran que es producto de la evolución del sistema solar (Durkin, 2007), lo que si ha originado es una reacción mundial para mitigar y atender la angustia generada en la sociedad global, la sustentabilidad se convierte en la meta de todos los ámbitos pero también ha sido aprovechada por grupos políticos y económicos para obtener un beneficio.

---

<sup>5</sup> Término compuesto por las palabras verde (Green) y lavado (wash), se refiere a un posicionamiento mercadotécnico que encubre engañosamente a organizaciones, productos y servicios como respetuosos del medio ambiente

En el ámbito edilicio, la vivienda ocupa el lugar principal por su relevancia social, su extensión, consumo energético y materiales que requiere su producción y operación; las viviendas, energéticamente consumen 40% en gas licuado, 35.3% en leña y 20% en electricidad, que equivalen al 19% de la energía producida en el país (Díaz, 2011), además de ser una necesidad social que garantiza el bienestar de la población por el cumplimiento de las aspiraciones sociales de seguridad y protección, aquí radica la importancia del quehacer arquitectónico, pero no es la solución total del problema ambiental, se requieren otras políticas coadyuvantes, como el control del crecimiento poblacional que asciende a los siete mil millones de personas y se espera su duplicación en el próximo decenio, así como, re-educar a la sociedad con respecto al consumo de los estilos de vida promovidos por intereses comerciales a través de los medios masivos de comunicación, que incitan al consumo, pero la capacidad crítica está ligada a los avances educativos y los países subdesarrollados presentan graves problemas para su mejora en este rubro.

“El diseño óptimo integra a los hombres y a la naturaleza de acuerdo con unos principios éticos. Vivimos persiguiendo el rastro de un estado de ánimo óptimo, una idea de nosotros mismos que nos complazca. Es una búsqueda muy personal cuya meta cada uno entiende a su manera. Sin embargo, casi todos, sin darnos cuenta, buscamos lejos la felicidad sin percatarnos de que, casi siempre, lo que nos alegra la existencia suele estar más cerca de lo que imaginamos”. Alain de Botton, *La Arquitectura de la felicidad* (Barba, 2011).

Esto apoya aún más que la sustentabilidad es un concepto mercadotécnico, más que una realidad en la actualidad, una utopía; tal vez, una posibilidad futura. Más ligado al concepto de sostenibilidad que ve en lo económico, la capacidad de soportar algo a través de los recursos que lo sustentable, que ve la conservación del medio ambiente y la energía, sustentable/sostenible -términos que en la actualidad se tratan de unir pero que desde que nacieron, poseían diferentes significados, no es lo mismo lo sostenible que lo sustentable-, como medios de manipulación y no éticos, concepto de conciencia a introducir por la educación y no como medios económicos de solución.

Pero esto no significa que el papel de los arquitectos sea el de no actuar, no hacer nada para reducir la incidencia negativa sobre el medio, toda acción propuesta y realizada, por pequeña que ésta sea, es un paso hacia adelante en la búsqueda de soluciones óptimas de sustentabilidad o de una arquitectura ligada a la naturaleza. Por ello, incidir sobre la educación de los nuevos arquitectos y de los arquitectos ya formados, es de suma importancia, al actuar juntos se conseguirán cambios palpables en el camino para lograr concientizar acerca de los beneficios económicos y de protección al medio, más allá de lo que la llamada Arquitectura Sustentable propone.

## CAPITULO I. LO SUSTENTABLE EN ARQUITECTURA

Estando pues el orbe celeste en orden a la tierra naturalmente constituido con efectos desiguales, por causa de la inclinación del zodiaco y curso del sol, debe también la situación de los edificios regularse a las condiciones de los países y diferencias de climas.

Marco P. Vitruvio, Capítulo I, Libro VI

### I.1 Antecedentes

Al final de la década de los años sesenta del pasado siglo, empezó a emplearse un término nuevo en los medios, Ecología. La Ecología había hecho eclosión para designar una manera de conservar al planeta y evitar o reducir la contaminación. La Ecología se incorporó como una rama de la Biología, pero no tuvo grandes repercusiones en su inicio pues coincidió con el movimiento social de rechazo al *status quo* imperante en la época, planteaba entre otras cosas, un regreso a la naturaleza, a una manera de vida rústica, a no trabajar y vivir de la recolección nuevamente, movimiento que al estar ligado al consumo de drogas se rechazó y, la Ecología se relacionó con el movimiento y obtuvo el mismo rechazo, despreciándola; Además, en el periodo se vivía la explosión y consumo de los avances producidos por la carrera espacial, con sus nuevos materiales y paradigmas, la Guerra Fría también se encontraba en su clímax con la guerra de Vietnam, con sus modelos capitalistas *versus* socialistas, los países satélites incorporaron las ideas norteamericanas que se habían producido en la posguerra, *the american way of life*, basado en el consumo para hacer eficientes a los grandes capitales.

Para la década de los años ochenta, cada vez fue más evidente el maltrato que el planeta había recibido por el desarrollo del proceso industrial iniciado 150 años atrás con la Revolución Industrial, la aparición de nuevos materiales como los plásticos y productos de baja o lenta descomposición y reincorporación a los procesos naturales o el empleo mayor de sustancias peligrosas para la salud, dieron como resultado grandes tiraderos de basura,

evidentes en el paisaje urbano, así como, la contaminación atmosférica, notable en ciudades como Londres, México, Santiago, cuyos efectos ya se sentían en la salud pública y vida de los ciudadanos, obligando a los políticos a tomar medidas correctivas para detener y corregir su avance.

Ante los problemas del planeta, algunas conciencias de la época plantearon la primera reunión internacional sobre el medio ambiente, se realizó en Estocolmo, Suecia, en 1972, denominándose Cumbre Internacional sobre el Medio Humano, no tuvo mayores repercusiones. En 1987, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), generó un informe socio-económico que se denominó *Nuestro Futuro Común*, hoy conocido como *Informe Brundtland*<sup>6</sup>, apellidado de la doctora que encabezó la investigación. En él, aparece por primera vez el término *desarrollo sostenible*, definido como **“aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras”**.

Para lograr dicho cometido, el informe señala dos tipos de restricciones:

- Ecológicas: es decir, la conservación del planeta Tierra.
- Morales: renunciar a los niveles de consumo, a los que no todos los individuos pueden aspirar.

Planteó el desarrollo sostenible a partir de: (Brundtland i. , 1987):

- Crecimiento económico en los lugares donde no se satisfacen las necesidades anteriores, es decir, en los países pobres.
- Control demográfico, referido principalmente a las tasas de natalidad.
- No poner en peligro los sistemas naturales que sostienen la vida en la Tierra.
- La conservación de los ecosistemas deben de estar subordinados al bienestar humano pues no todos los ecosistemas puede ser conservados en su estado virgen.

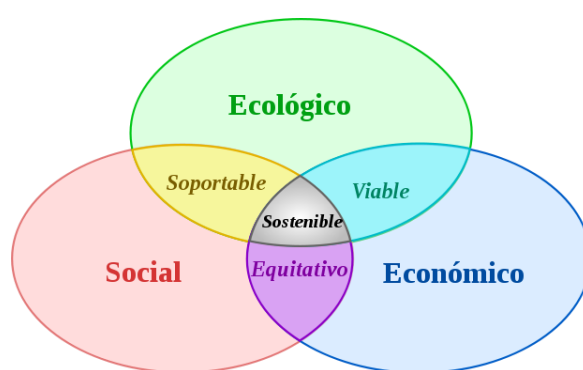
---

<sup>6</sup> Informe Brundtland, es un informe socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la Organización de las Naciones Unidas, encabezado por la doctora Gro Harlem Brundtland. Originalmente se llamó Nuestro Futuro Común. Implica un cambio importante para generar un marco que da énfasis al contexto económico y social del desarrollo, en congruencia con la ecología.

- El uso de los recursos no renovables debe ser lo más eficiente posible.

El concepto de desarrollo sostenible refleja una creciente conciencia acerca de la contradicción que puede darse entre desarrollo, primariamente entendido como crecimiento económico y mejoramiento del nivel material de vida, y las condiciones ecológicas y sociales para que ese desarrollo pueda perdurar en el tiempo<sup>7</sup>.

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: *ecológico*, *económico* y *social*. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas. La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural<sup>8</sup> (UNESCO, 2001) profundiza aún más en el concepto al afirmar que “...*la diversidad cultural es tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos; se convierte en una de las raíces del desarrollo entendido no solo en términos de crecimiento económico, sino también como un medio para lograr un balance más satisfactorio intelectual, afectivo, moral y espiritual*”<sup>9</sup>. En esta visión, la diversidad cultural es el cuarto ámbito de la política de desarrollo sostenible.



Esquema de lo sostenible según Informe Brundtland.

<sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)

<sup>8</sup> [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=13179&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13179&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

<sup>9</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)

En junio de 1992, se desarrolló la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil. De ella surgió un texto con 27 principios, intitulado: “Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”, naciendo el concepto de desarrollo sostenible. Sobresalen dos principios de dicho documento:

Principio 1: *“Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”.*

Principio 4: *“Para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado”.*

La conferencia de Río fue testigo de la aprobación de la Convención sobre el Cambio Climático, que señala la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y condujo a la firma en 1997 del Protocolo de Kioto<sup>10</sup>.

El Protocolo de Kioto, sobre el cambio climático, es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento general: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado al 5% entre 2008 y 2010, con base en las emisiones del año 1990. El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997, pero entró en vigor hasta el 16 de febrero del 2005. En 2009, 187 países lo habían ratificado, pero Estados Unidos no lo ha hecho, siendo el mayor emisor de gases invernadero<sup>11</sup>.

A partir de la Cumbre de Río (1992), surgió otro concepto aplicable y, que en ocasiones, se le da el mismo significado que al de sostenibilidad; había surgido el concepto de la sustentabilidad.

---

<sup>10</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre\\_de\\_la\\_Tierra\\_de\\_R%C3%ADo\\_de\\_Janeiro](http://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre_de_la_Tierra_de_R%C3%ADo_de_Janeiro)

<sup>11</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kioto\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim%C3%A1tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico)



*“Alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y de la tecnología, y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética, —en valores, en creencias, en sentimientos y en saberes— que renueva los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra” (Sepiensa, 2000).*

El concepto plantea una diferencia con el Informe Brundtland que planteó *“satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras”*, pues es imposible de conseguir esto, el uso de recursos, sobretudo energéticos, no permitirá que las generaciones futuras empleen estos recursos que no son renovables, se agotarán, de ahí que se planteé un cambio que permita reducir su uso para conservar algo de ellos para el futuro y priorizar el empleo de recursos renovables; Pero el uso de los recursos está definido por el consumo generado a partir de los estilos de vida actuales, los cuales, deberán ser modificados y disminuidos para todos los países “subdesarrollados”, generando una visión conformista por parte de estas sociedades que no tienen el derecho de exigir niveles de vida similares a los actuales presentados en los países desarrollados y, los “desarrollados”, no están dispuestos a reducir su nivel de vida, por esta razón, Estados Unidos se ha negado a ratificar el Acuerdo de Río y el Protocolo de Kioto porque implica reducir sus procesos industriales y sus demandas de consumo, con la consecuente reducción económica para su sociedad.

A partir del año 2005, el término sustentabilidad ha recibido una aproximación más mercadotécnica que científica. Hoy, todo debe ser sustentable, pues significa estar a la moda o presentar una conciencia hacia el planeta, lo que retribuye prestigio, responsabilidad social; toda actividad humana, es factible de ser sustentable, los alimentos, los cosméticos, la ropa, todo objeto de consumo debe ser o venir de procesos sustentables, pero ¿realmente se comprende el término? o solo se ha convertido en un fanfarroneo social, junto a la estetización citada por Baudrillard<sup>12</sup>, difundida por los medios de comunicación con el fin de aumentar las ventas con productos que dicen conservan la juventud y belleza eternamente.

---

<sup>12</sup> LEACH, NEIL (2008) La An-estética de la Arquitectura. Editorial Gustavo Gili. Barcelona

Con el inicio del siglo XXI, empezaron a aparecer posturas contrarias al concepto de sustentabilidad, pues no está claro si el cambio climático, motor del concepto, está originado por las actividades humanas, está claro que la degradación y contaminación del planeta fueron y son originadas por el hombre y sus actividades, pero no se posee la certeza si el cambio climático es de causa antropogénica o simplemente evolución planetaria.

Desde 1998, aparecieron ideas contrarias a la sustentabilidad, Martin Durkin presentó un programa televisivo que causó reacciones encontradas en los grupos políticos y científicos que se han beneficiado de los fondos dirigidos hacia la investigación ecológica y que han hallado un *modus vivendi* de ello; dichos fondos han llegado a 4,000 millones de dólares al año. En 2007, reunió a grandes expositores científicos y desarrolló el documental *La gran estafa del calentamiento global* (Durkin, 2007)<sup>13</sup>, en donde demuestran que el calentamiento del planeta no es causado antropogénicamente como dice el Intergovernmental Panel Climate Change (IPCC) de la ONU, sino consecuencia de la actividad solar, de los rayos cósmicos y la formación de nubes. Otro exponente es Bjorn Lomborg, ambientalista danés quien publicó el libro *El ecologista escéptico* (1998). En 2002, Lomborg fue el primer director del Instituto medioambientalista de Dinamarca, el libro ha generado toda clase de respuestas, tanto positivas como negativas por contraponerse a la sustentabilidad como manera de la ideología política que crea pánico a partir de una visión apocalíptica.

En lo que no cabe duda, es que el concepto de sustentabilidad se ha convertido en un medio promotor del consumo a través de ganancias, no siempre “verdes”, empleándolo ya no más con un sentido ético y ecológico, sino como una manera de incrementar los precios de los productos, por ejemplo: una lechuga orgánica tiene un valor de \$-30.00 en el mercado (octubre 2012), otra cultivada tradicionalmente \$-6.00, un 20% del precio orgánico, pero acaso ¿la hidroponía es sustentable en la realidad?, ¿no utiliza productos químicos que alteran el agua?, y no siempre su disposición final de dicha agua tratada es la adecuada. En la Arquitectura, la sustentabilidad

---

<sup>13</sup> <http://video.google.com/videoplay?docid=-424859622073138055>

también representa ganancias. La aparición de organismos internacionales certificadores como el BREEAM y el LEED de edificios sustentables, son instrumentos y calificaciones costosas que permiten, primero las ganancias y después la protección del medio, aunque no de manera efectiva, pero el mote de responsabilidad social vende y ofrece “soluciones” hacia la sociedad.

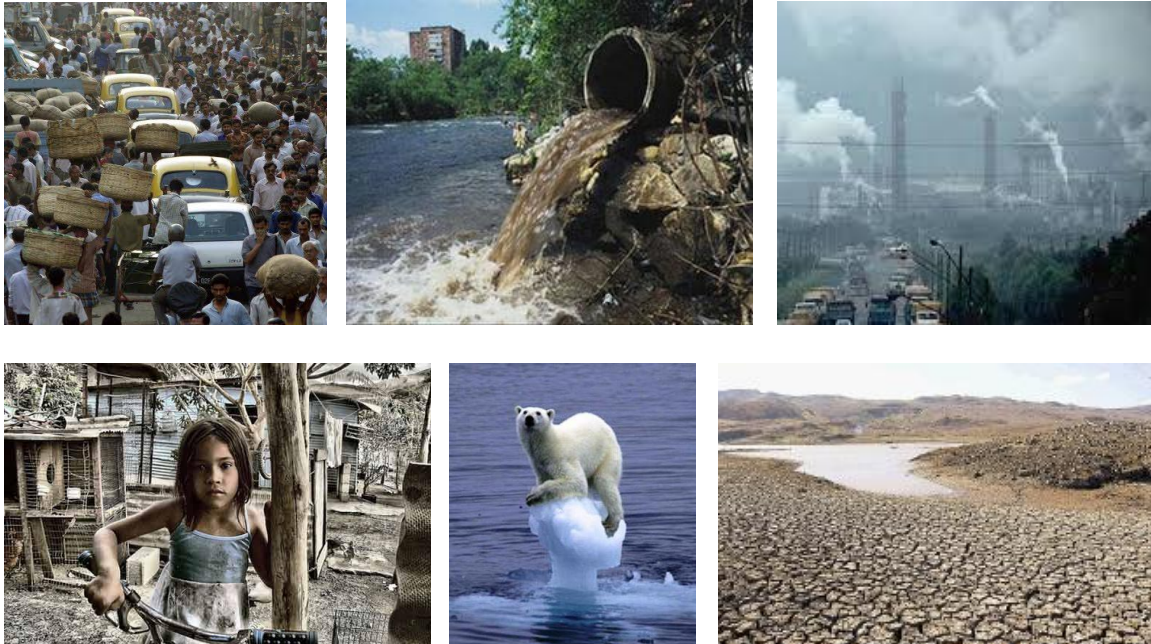
En la sección del Comentario de la revista **Architectural Record** del mes de agosto del 2011, George Baird publicó el artículo *Sustainability Scrutinized, criticism in academic professional discourse*. En él expone que la Arquitectura Sustentable no está dando los resultados esperados, por lo tanto, deben replantearse las expectativas de la sustentabilidad. En la Arquitectura, la premisa debe ser la misma que en la naturaleza, **el diseño natural es el ahorro energético y su estrategia la eficiencia**. En vez de resolver los problemas con aportaciones de energía, la naturaleza los ha resuelto optimizando las formas y los materiales, con estructuras adaptativas y con disposiciones o procesos idóneos.

## **I.2 Fundamentos teóricos del diseño arquitectónico sustentable**

La Arquitectura es el arte con toques de ciencia y tecnología, encargada del diseño y construcción del hábitat humano, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los seres humanos, conservando el patrimonio edilicio y a la naturaleza.

Toda obra arquitectónica, por pequeña que ésta sea, daña a la naturaleza; A lo largo de miles de años, las construcciones se adaptaron a la naturaleza; Durante el nomadismo, los desplazamientos de la colectividad permitían la regeneración de los espacios habitados y degradados por la caza y la recolección. El sedentarismo inició hace 7,000 años y originó la explotación de ciertas zonas por acción de la agricultura, pero el estilo de vida permitía la conservación del medio, los desechos de las actividades humanas, eran productos naturales, reincorporados por la naturaleza. La Revolución Industrial hizo aparición a finales del siglo XVIII, ocasionó modificaciones radicales en la naturaleza por la sobreexplotación de productos naturales en vías de

transformación, modificaciones que no fueron susceptibles de regenerarse naturalmente, había empezado la degradación notoria del medio y su contaminación.

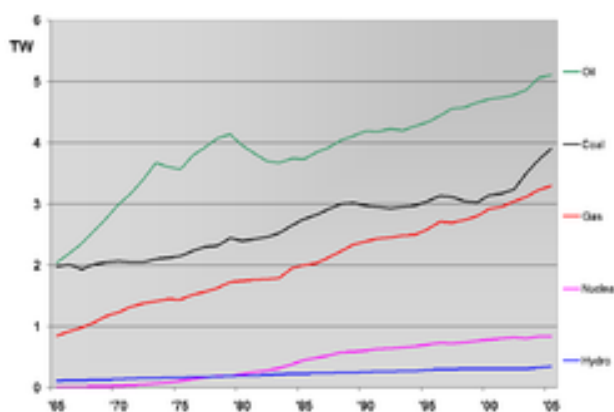


La sobrepoblación y crecimiento excesivo de las áreas urbanas, el vertido de aguas no tratadas que contaminan las fuentes de agua, contaminación atmosférica en aras de generación de riqueza y bienestar social; pobreza extrema, marginación y discriminación; calentamiento global que reduce el hábitat de especies animales en vías de extinción y desertificación por actividades humanas o cambio climático; son imágenes que señalan la realidad global actual, sobretodo en los países subdesarrollados.

Los avances científicos y tecnológicos de la posguerra (1945), el inicio de la Era Espacial (1955) y la Guerra Fría (1945-1989), dieron origen al desarrollo y fabricación de nuevos materiales como los plásticos y metales pesados refinados; los primeros, polímeros artificiales, requieren de decenas o cientos de años para degradarse y reincorporarse a la naturaleza; los segundos, son sustancias químicas naturales sumamente depuradas, cuyas concentraciones dañan a la naturaleza, principalmente a las fuentes de agua potable.

Otros fenómenos se han ido incrementando a partir de los sesentas, destacan el crecimiento poblacional y el consumo energético. La especie humana tardó miles de años para arribar a 1 mil millones de seres vivos de la especie en el planeta, esto aconteció en el siglo XIX; Entre los años de 1950 y

el 2000, el crecimiento poblacional fue del 141%, un 1.78% anual acumulativo<sup>14</sup>; Actualmente la población mundial arribó a los 7 mil millones de seres humanos vivos en el planeta (Octubre, 2011), esto ocasiona mayor demanda de bienes, alimentos y en el caso estudiado, espacios construidos para habitar y trabajar, cuyos materiales provienen de la naturaleza y su explotación ha provocado graves daños al ambiente. El consumo energético se incrementó también a partir de los sesentas, basándose en productos fósiles como el petróleo, gas y carbón, productos que producen con su consumo gases de efecto invernadero (GEI), tales como CO y CO<sub>2</sub>, a los que algunos consideran los principales causantes del calentamiento global, cambios a nivel planetario que están causando graves problemas, alteraciones tendientes a la extinción de especies y poniendo en peligro la sobrevivencia misma de la especie humana.



Potencia empleada mundialmente en TV (Teravatios) entre 1965-2000  
Energy Information Administration, U.S. Department of Energy (July 31 2006).

Durante cientos de años, la arquitectura se amoldó a las condiciones físicas naturales que el medio imponía, los tratados teóricos de la Arquitectura señalaban los factores a considerar: soleamiento, orientación, altitud, latitud, humedad, suelo, escurrimientos, topografía, entre muchas otras. La arquitectura vernácula, aquella producida por las sociedades a través de la prueba y el error, había desarrollado formas, espacios y generado sistemas constructivos, que empleaban materiales de la región, materiales adaptados a las condiciones climáticas, que garantizaban confort, economía y seguridad a sus ocupantes, pero la generación del concepto de modernidad, a partir de los sesentas trajo consigo la importación de ideas, muchas de ellas basadas en el

<sup>14</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci%C3%B3n\\_mundial](http://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci%C3%B3n_mundial)

consumo de formas, materiales y estilos de vida que han requerido un 30% más de energía para funcionar, mas áreas habitables construidas y espacios acondicionados con base a la tecnología, “se desea vivir en la playa con el clima de la montaña”.

Precisamente, en los años sesentas, hizo aparición un nuevo término, Ecología, fue introducido en 1869 por Ernst Haeckel, en su trabajo *Morfología General del organismo*; deriva del griego *oikos* (casa, vivienda) y *logos* (estudio, conocimiento), por ello, Ecología significa “el estudio de la casa, del hogar”. La Ecología es la rama de la Biología que estudia las interacciones de los seres vivos con su ambiente. Esto incluye factores abióticos como el clima, la edafología, entre otros; Pero también, incluye factores bióticos o de los seres vivos. La Biosfera viene a ser el término empleado para designar al conjunto de litosfera, hidrosfera y superficie planetaria que contiene la vida en el planeta Tierra, se considera que alcanza 11 km bajo el nivel del mar y 15 km de la atmosfera, siendo una delgada franja de 26 km, el espacio capaz de contener la vida y las relaciones entre los seres vivos.

Aunque el término Ecología se generó en el siglo XIX, hizo su aparición en los ámbitos públicos hasta la década de los años sesentas del pasado siglo. Su difusión estuvo ligada a los movimientos sociales de la época, lo que ocasionó que fuera vilipendiado y relacionado con los hippies, “mugrosos” que se oponían al desarrollo y evolución de las “buenas costumbres”, señaladas por el *American way of life* y la nueva tecnología. Es importante señalar que las condiciones prevalecientes al final de la Segunda Guerra Mundial originaron el enfrentamiento entre dos modelos de desarrollo, el capitalista y el socialista, esto creó el concepto de la Guerra fría, enfrentamiento encabezado entre Estados Unidos y la URSS, para el dominio geopolítico y económico a partir de la tecnología nuclear y la carrera espacial. La guerra en Vietnam, inició una serie de protestas entre los jóvenes, hijos de aquellos que pelearon y murieron en la Segunda Guerra Mundial, quienes pensaban que “era una guerra que no les incumbía”, las protestas se ligaron a movimientos sociales contra el *Statu Quo* imperante y que imponía reglas de conducta y distribución social que no querían ya ser acatadas, así nació el movimiento hippie, movimiento

contracultural al consumismo norteamericano, ligado a la revolución sexual y a un simplismo voluntario naturalista. El término Ecología hizo eclosión en ese momento y fue considerado parte del movimiento y por ello aplacado, pues tecnológicamente el hombre quería demostrar su capacidad de dominio sobre la naturaleza, lo cual fue mostrado en todos los ámbitos, incluida la Arquitectura; por esta razón, los movimientos ecologistas no tuvieron gran resonancia mundial sino hasta treinta años después, en la década de los 90s del pasado siglo, en que se inició un cambio climático perceptible por todo el planeta, lo que hizo volver al término de Ecología y al estudio de las consecuencias de alterar la Biosfera.

En el ámbito de la Arquitectura, la ecología tuvo incidencia generando la corriente Bioclimática. Al principio, este tipo de arquitectura fue desprestigiada y desconocida pues se relacionó con los hippies y la contracultura, los primeros modelos planteaban un regreso a la vida rural, al empleo de ecotécnicas que requerían grandes espacios para instalarse y operarse, situaciones imposibles en los espacios urbanos y contraria con el estilo de vida difundido por los medios de comunicación como ideales. Así, solo algunos aceptaron las ideas de diseño y construcción bioclimáticas difundidas, la mayoría siguieron los principios difundidos por el Movimiento Moderno en los setentas, emplear masivamente las nuevas tecnologías, ya que éstas, harían cambiar al mundo.

Hoy, debido básicamente al cambio climático planetario, perceptible desde hace una década, la manera de ver los principios de la Arquitectura Bioclimática han cambiado al incorporar diversos puntos de vista hacia el diseño, construcción, operación y empleo de los materiales de construcción una vez concluida su vida útil. La arquitectura ecológica, bioclimática, verde, Eco-Arquitectura, términos con que se designa la búsqueda de la sustentabilidad, aporta soluciones que abarcan todos los campos estudiados en esta investigación, los cuales buscan la sustentabilidad como aporte evolutivo de la Arquitectura, con la idea de que **“hacer algo, es mejor que no hacer nada”**. A través de las propuestas, tarde o temprano, se obtendrán mejores resultados en el área de conservación energética por medio de diseños, no solo hedonistas, sino de formas que contengan un uso, en que los

espacios requieran de bajos mantenimientos porque la envolvente posee un adecuado aislamiento térmico, ofreciendo un balance térmico donde las ganancias y pérdidas calóricas sean mínimas y con ello se evite el empleo de equipos de acondicionamiento que gastan energía, o bien, estos estén alimentados por sistemas de energía renovable. Todo esto es posible en la actualidad al contar con la domotización de los edificios, arribo de la informática a la Arquitectura permite que las máquinas se encarguen del control óptimo del confort higró-térmico, de la eficientización de los espacios ligados a los eventos o actividades humanas, al concurrir multi e interdisciplinariamente, áreas de la ciencia y la tecnología en la arquitectura actual, permitiendo una mejora en el desarrollo arquitectónico y urbano, generando objetos arquitectónicos desarrollables en espacios urbanos y no exclusivamente en el ámbito rural.

Pero si lo que se desea es realmente desarrollar un objeto sostenible, es necesario seguir los principios arquitectónicos<sup>15</sup> que incluyen:

- La consideración de las condiciones climáticas, hidrológicas y los ecosistemas en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto, sostenibilidad.
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético.
- La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables.
- La maximización del balance térmico de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- El cumplimiento de los requisitos de confort higró-térmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

---

<sup>15</sup> [es.wikipedia.org/wiki/arquitectura\\_sustentable](https://es.wikipedia.org/wiki/arquitectura_sustentable)

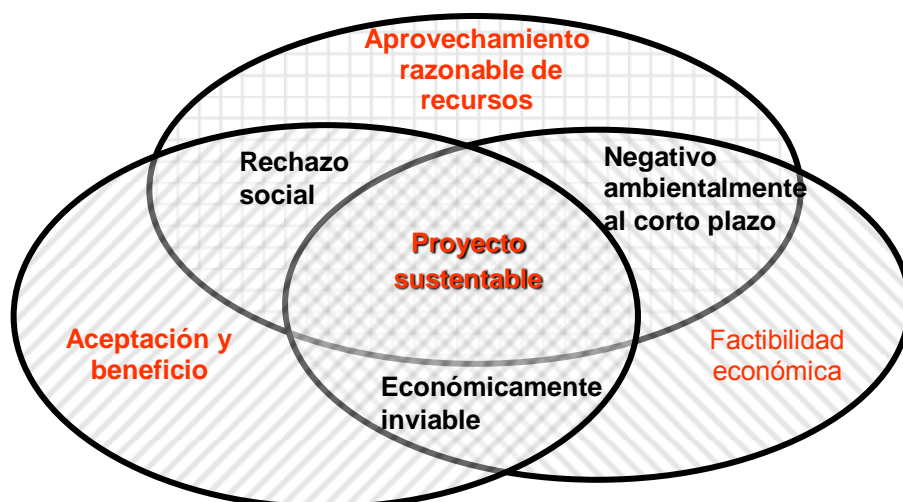


### I.3 Criterios de diseño sustentable

#### Certificación (LEED, BREEAM, PECE)

A partir de la década de los setentas en México se inicio la creación de un marco regulatorio para controlar la contaminación de agua, suelo y aire, sobretodo por las condiciones de contaminación atmosférica que vivía la ciudad de México. En 1971 se promulgó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental, a cargo de la Secretaria de Salubridad y Asistencia. Para 1976, surgió la Ley General de Asentamiento Humanos y con ella aparecen los conceptos de **desarrollo ecológico**, a cargo de la SAHOP. En 1982, se promulgó la Ley Federal de Protección al Ambiente, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, apareciendo la **obligatoriedad de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), el ordenamiento ecológico de zonas críticas y la protección de los recursos naturales renovables**.

Para 1988 y en respuesta a la situación internacional del Informe Brundtland se promulgó la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, con ella los conceptos de **protección, preservación y restauración de los recursos naturales**, así como, los procedimientos para realizar la **Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)**, las guías de las MIAs y el Manual de Ordenamiento Ecológico, a cargo de SEDUE su aplicación; esta última ley ha tenido varias actualizaciones a los largo de los años noventas y dos mil, su reglamento actual se promulgó en el año de 2004, con los procedimientos explícitos para las EIAs y MIAs.



Fuente: Apuntes de la materia Impacto Ambiental. UNAM. Dra. Flora Ma. Garza

La esencia de la legislación señala que el desarrollo es el mejoramiento de la calidad de vida; No debiendo existir conflicto entre el desarrollo y el ambiente, porque no son parte del desarrollo las obras o actividades que deterioran el ambiente.

Toda obra arquitectónica debe cumplir el marco legal vigente, no solo el referente a la construcción, sino a los Usos del Suelo, y a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes, las cuales tienden regular diferentes procesos como el ahorro energético, el aislamiento térmico, entre otros, bajo el concepto de generar una Arquitectura Sustentable.

En México, el cumplimiento de los marcos regulatorios otorga las licencias de construcción y funcionamiento indispensable para la concretización de los proyectos arquitectónicos. El modelo presenta deficiencias pues no existe un proceso de verificación de cumplimiento ni de la construcción y menos, de la operación dentro del ámbito de protección ambiental, aun en proyectos que requieren un MIA, se carece de personal especializado que supervise el cumplimiento de las mitigaciones enunciadas en el estudio durante la realización de la obra. El proceso debería contener una visión estratégica, desde la etapa de planeación, y no ser un EIA a un proyecto realizado sino debería partirse del EIA para integrar la MIA en el proyecto, no siendo un elemento correctivo, sino básico para la realización del diseño arquitectónico.

A nivel internacional, cada país ha creado su marco regulatorio propio con base a su situación social y económica, además, han surgido procedimientos mediante los cuales, una tercera parte, diferente e independiente del productor o comprador, asegura por escrito que un producto, un proceso o un servicio, cumple los requisitos especificados. Convirtiéndose en la actividad más valiosa en las transacciones nacionales e internacionales, siendo un elemento insustituible para generar confianza en las relaciones cliente-proveedor<sup>16</sup>. A estos marcos se les denomina certificaciones.

Un sistema de certificación tiene sus propias reglas, procedimientos y manera de administración para llevar a cabo una certificación de conformidad.

---

<sup>16</sup> [www.cesmec.cl/certificaciones/1.act](http://www.cesmec.cl/certificaciones/1.act)

Dicho sistema debe ser objetivo, fiable, aceptado por todas las partes interesadas, eficaz, operativo y estar administrado de manera imparcial y honesta. Su objetivo primario y esencial es proporcionar los criterios que aseguren al comprador que el producto que adquiere satisface los requisitos pactados. Todo sistema de certificación debe contar con los siguientes elementos:

- Existencia de Normas y/o Reglamentos
- Existencia de laboratorios acreditados
- Existencia de un Organismo de Certificación Acreditado

Existen dos Organismo de Certificación a nivel internacional, el Building Research Establishment Environmental Assessment Method (**BREEAM**) en el ámbito inglés y europeo, y el Leadership in Energy & Environmental Design (**LEED**) en Estados Unidos, ambas certificadoras poseen su equivalencia en México con el BREEAM México y el LEED México.

## **BREEAM**

Método de Evaluación Ambiental, es un índice de medida voluntaria para los edificios verdes que se estableció en el Reino Unido por el Building Research Establishment (BRE). Desde sus inicios ha crecido en tamaño y geográficamente, se exporta en diversas formas por todo el mundo. Se estableció en 1990 como una herramienta para medir la sostenibilidad de los nuevos edificios no residenciales en el Reino Unido; se ha actualizado periódicamente en función de las normas de construcción del Reino Unido y se sometió a una transformación radical el 1 de agosto de 2008, llamándose BREEAM 2008<sup>17</sup>. Actualmente existe la versión BREEAM 2011, que reemplaza al BREEAM 2008 como la versión actual de la construcción de nuevos registros de evaluación y certificación a partir del 1 de julio de 2011<sup>18</sup>.

BREEAM es el método de evaluación medioambiental de edificios líder y de mayor aplicación en todo el mundo. Establece los estándares de las mejores

---

<sup>17</sup> <http://www.breeam.org/page.jsp?id=219>

<sup>18</sup> <http://www.breeam.org/page.jsp?id=374>

calidades en diseño sostenible y se ha convertido en la medida de referencia usada para el rendimiento medioambiental de un edificio. Provee a clientes, constructores, diseñadores y otros con los siguientes rubros:

- Reconocimiento en el mercado de los edificios de bajo impacto medioambiental
- Garantías de que las mejores soluciones medioambientales y estándares se incorporarán en un edificio
- Inspiración para buscar soluciones innovadoras que minimicen el impacto medioambiental
- Estándares mejores que los impuestos por el Código Técnico
- Una herramienta para reducir los costes de operación y mejorar las condiciones laborales
- Un estándar que demuestra las mejoras en la consecución de los objetivos medioambientales de una empresa o corporación

Gestiona una amplia magnitud de temas sobre el medioambiente y la sostenibilidad, permitiendo a promotores y diseñadores demostrar las credenciales medioambientales de sus edificios a urbanistas y clientes a través de:

- utilizar un sistema simple y transparente de puntuación, que es fácil entender y asesorado por investigación basada en pruebas reales
- tener una influencia positiva en el diseño, construcción y mantenimiento de edificios
- establecer y mantener un estándar técnico con garantías rigurosas de calidad y certificación

BREEAM emplea la siguiente clasificación en sus certificaciones:

Outstanding	85%
Excellent	70%
Very Good	55%
Good	45%
Pass	30%
Unclassified	<30%

La metodología del sistema de evaluación BREEAM establece varias categorías: Management (administración de la sustentabilidad), Health and Wellbeing (salud y bienestar), Energy (eficiencia energética), Transport (transporte), Water (eficientización del agua), Materials (materiales), Waste (basura y desechos), Land use and Ecology (Uso de la tierra y Ecología), Pollution (contaminación) y Innovation (innovación). Dentro de estos capítulos se incluyen una serie de requisitos de cumplimiento obligatorio y créditos de cumplimiento voluntario que otorgan una serie de puntos, en función de los cuales se otorga el grado de la certificación.

## **LEED**

LEED (acrónimo de Leadership in Energy & Environmental Design) es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos, USGBC (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1998.

Se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Existen cuatro niveles de certificación: Certificado (LEED Certificate), Plata (LEED Silver), Oro (LEED Gold) y Platino (LEED Platinum). La certificación, de uso voluntario, tiene como objetivo avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción.

El sistema de certificación LEED se basa en el análisis y validación por parte de un agente independiente, el US Green Building Council (USGBC), de una serie de aspectos de cada proyecto relacionados con la sostenibilidad. Existen varios sistemas de evaluación dependiendo del uso y complejidad de los edificios. Si bien, inicialmente se enfocó a edificios de nueva planta, con posterioridad se han desarrollados otros sistemas de evaluación para obras de acondicionamiento interior (LEED for Commercial Interiors) o para edificios en funcionamiento (LEED Operations and Maintenance). Estos estándares han evolucionado a lo largo del tiempo, con un criterio de mejora continua enfocado a ir aumentando progresivamente, el grado de exigencia, en paralelo a la mejora de los aspectos relacionados con la sostenibilidad en la industria de la edificación.

En general, la metodología de todos los sistemas de evaluación LEED es la misma. Se establecen varias categorías, típicamente siete: Sustainable Sites (sitios sustentables), Water Efficiency (eficiencia en el uso del agua), Energy and Atmosphere (eficiencia energética y cuidado de la atmósfera), Materials and Resources (materiales y recursos), Indoor Environmental Quality (calidad del ambiente interior), Innovation in Design (Innovación y diseño) y Regional Priorities (prioridades regionales). Dentro de estos capítulos se incluye una serie de requisitos de cumplimiento obligatorio (Prerequisites) y créditos de cumplimiento voluntario (Credits). La justificación del cumplimiento de dichos parámetros otorga una serie de puntos, en función de los cuales se otorga el grado de la certificación.

Si bien LEED fue inicialmente concebido en Estados Unidos, LEED se ha venido utilizando en otras partes del mundo, existiendo en la actualidad edificios certificados en más de 30 países. En ese sentido, se ha discutido la pertinencia del uso de los criterios LEED en contextos diversos, dado que la certificación se refiere a la normativa americana (como los estándares ASHRAE/IESNA, ANSI o ASTM) de aplicabilidad compleja o inviable en otros países (LEED, 2010).

. El Consejo de Edificación Verde de Estados Unidos (USGBC), en la revista Green Source, de marzo-abril 2011, publicó *Your top 10 reasons*, “Tus 10 razones máximas” ¿por qué ser propietario o inquilino de un edificio verde?, el cual se traduce a continuación:

1. **Diferencia competitiva.** Edificios verdes con bajo costo de operación y mejor calidad del ambiente interior son más atractivos para compradores públicos o individuos.
2. **Mitigación de riesgos.** Un edificio verde certificado proporciona protección contra demandas por los procesos de revisión de la certificación; asimismo, son más rápidamente vendidos o rentados, comparados con edificios similares, porque los inquilinos incrementan sus beneficios.
3. **Atrae inquilinos.** Hoy, los inquilinos contratan 20% más los beneficios de las construcciones verdes que los edificios tradicionales.

4. **Costo-beneficio.** El costo de las construcciones verdes y certificadas por la LEED ha reducido, acercándose a los costos de edificios no certificados. 2% de los edificios verdes obtienen un 20% de ganancia sobre la inversión total, 10 veces más de la inversión inicial y los precios de los edificios eficientes energéticamente, obtienen un 10% más de precio que los edificios convencionales.
5. **Incremento en las tasas de renta.** En el estudio publicado por *CoStar* en 2008, se muestra que los edificios verdes tienen un costo para renta de US\$11.33 por pie cuadrado (\$1,510.66/m<sup>2</sup>, costo de dólar de \$12.35 MN en 2011) y 4.1% más ocupación que los edificios convencionales.
6. **Empleados y ocupantes más felices.** Los edificios verdes están diseñados para aportar ambientes interiores más saludables y limpios, lo que significa beneficios para sus ocupantes.
7. **Beneficios hacia la comunidad y las relaciones públicas.** Las empresas que obtienen los certificados LEED por los espacios utilizados, obtienen 20 a 1, beneficios sobre su inversión inicial al rentar o construir edificios verdes, que son empleados en sus relaciones públicas y publicitarias.
8. **Costos de operación más bajos.** Típicamente, los costos de operación y mantenimiento son menores en edificios verdes, así mismo, poseen beneficios impositivos e incentivos disponibles para este tipo de edificaciones.
9. **Resultados inmediatos y medibles.** Ahorro de energía y en el uso del agua, son puntos de referencia para empresas que podrían salvar millones de dólares cada año.
10. **Ahorro de energía.** La reducción del consumo energético ha sido la “mejor idea” para las necesidades del negocio de la construcción. No solo esto ha impactado a las construcciones verdes sino también la reducción en la producción de carbonos.

Es posible visualizar que la Construcción Verde está más ligada a una visión económica que ecológica, la mayoría de los beneficios citados son económicos y no ecológicos, buscan atrapar un mercado, marketing ecológico, que invierta en este campo para certificarse y convertirse en un elemento publicitario y de relaciones públicas, empresas socialmente responsables. En

el caso del enunciado 6, *empleados y ocupantes más felices*, es pura mercadotecnia, implica que otro tipo de arquitectura no es capaz de generar estas características al espacio solo las certificadas como Arquitectura Sustentable, esto refuerza el concepto actual que ha ido desarrollando la sustentabilidad como medio mercadotécnico más que ecológico o de protección eficiente del ambiente.

La Arquitectura Sustentable debe ser más que el aspecto económico o sostenible, pero tampoco es realizar construcciones llenas de macetas para que la fachada o azotea se vea verde y “bonita”, la Arquitectura Sustentable abarcaría no solo aspectos estéticos sino funcionales y de protección real al medio.

Con unas cuantas obras grandes certificadas no se logrará la protección ambiental y menos la sustentabilidad, el 60% de la construcción de espacios habitables en el país se genera por autoconstrucción, sin la participación de los arquitectos o de cualquier profesional de la construcción y el 39% son obras que ni siquiera piensan en la certificación como medio de garantizar lo sustentable. Si se logra que las obras tiendan a un cuidado del medio, ahorren energía y generen obras con procesos constructivos secos, la arquitectura se acercara al concepto que busca la sustentabilidad, por ello es mas importante involucrar a quienes realizan las obras y no buscar “estrellitas” ficticias que han demostrado que los edificios certificados, en la etapa de planeación, a los 5 años que deben de volver a ser certificados en su operación, no han logrado obtener el nivel que originalmente se les brindó, por ello, especialistas<sup>19</sup> han dicho que es necesario reducir las expectativas que se forman acerca de los edificios sustentables certificados con altos niveles.

---

<sup>19</sup> BAIRD, GEORGE (2011) Sustainability scrutinized, criticism in academic professional discourse. Architectural Record (Agosto, 2011). EUA.



#### **I.4 La forma y el espacio arquitectónico en la sustentabilidad**

La mayoría de las publicaciones relacionadas con la Arquitectura sustentable y la Arquitectura bioclimática, exclusivamente abordan el tema desde una visión de la funcionalidad y la técnica, dejando fuera los aspectos estéticos y sociales implícitos en toda obra arquitectónica.

El antecedente teórico más antiguo de un arquitecto incidiendo en la sustentabilidad es el mismo Vitruvio en su obra *Los Diez Libros de la Arquitectura*, del siglo I, D. C. Vitruvio señaló la importancia de conocer, analizar y comprender las condiciones propias del medio ambiente para ser empleadas en el diseño del objeto arquitectónico; así mismo, señala en sus principios que la Arquitectura depende de la interrelación de tres elementos interdependientes que son belleza, utilidad y solidez (firmitas, venustas et utilitas), elementos que Robert Venturi señaló como elementos conflictivos, en los que se basa la complejidad y contradicción del proceso arquitectónico (Venturi, 1966).

La comprensión de cada uno de estos principios, permite su manipulación con visos de sustentabilidad, en este apartado se revisan dos de ellos, la belleza y la utilidad, la solidez referida al proceso constructivo se estudiará en un apartado independiente.

El principio de belleza está en relación directa con la percepción social de la forma y el espacio; la forma depende de la materialidad de la obra, tanto del contenedor como de los elementos contenidos, así como, de las propiedades de cada uno de los elementos. La belleza es un concepto creado por el usuario, pero se rige por cuestiones de gusto y de la crítica arquitectónica. Dicho gusto es variable y depende de la información generada por un grupo social y por las ideas difundidas a través de los medios de comunicación, la Arquitectura bioclimática no había accedido a la producción edilicia pues se había difundido el concepto de ser una arquitectura de segunda, hecha para desadaptados sociales que habitan apartados, en el medio rural o bien es una arquitectura “fea”; planteaba en un inicio formas vernaculares o tradicionales, distantes de las formas contemporáneas que

requería el nuevo estilo de vida urbano, las aspiraciones burguesas y la modernidad.

La utilidad, como concepto, ha retomado bríos frente al concepto de función, término difundido por el Movimiento Moderno con su slogan “La forma sigue a la función” de L. Soullivan. La función fue el principio rector del Movimiento Moderno, la forma y la belleza fueron supeditadas a ella; también el proceso metodológico de diseño y los sistemas constructivos se alinearon a la función. La función fue una simulación de la eficiencia, como cita Peter Eisenman en su escrito *El fin de lo Clásico (1984)*, según él, la simulación de la razón permitía garantizar que el objeto, al estar sujeto a un modelo, tenía a la ciencia y a la tecnología de su lado; la función generó el significado para la sociedad, la “*Arquitectura al servicio de la sociedad*” pregonó W. Gropius, pero el desencanto se suscitó cuando la Arquitectura no fue, ni es, la solucionadora de los problemas de la humanidad, apoya y ayuda, pero no es la solucionadora total. La belleza del objeto dependía de la función, no importaba que los materiales se redujeran en duración y capacidad aislante al reducir su espesor, lo único importante era la función y por ella, las obras arquitectónicas del siglo XX no sobrevivirán en el futuro cercano.

Hoy, la función se considera una imposición, es el punto de vista del arquitecto, en él refleja sus conocimientos y experiencias y, por ello, restringe el uso, o sea, la capacidad del usuario a utilizar al espacio en su beneficio y necesidad, por esta razón, desde hace unos años se ha desechado el concepto de función por el de uso; concepto que engloba la función y la utilidad, rompiendo con los procesos de diseño tradicionales del pasado siglo XX. Lograr hacer coincidir en el espacio los acontecimientos y movimientos necesarios para que el objeto arquitectónico sea útil, es el planteamiento del diseño actual, principios que emergieron de *Los Manhattan Transcripts* de Bernard Tschumi en los años ochentas; así nacieron los eventos, acontecimientos convergentes y compatibles en el mismo espacio, cambiando la multifuncionalidad o partición del espacio para contener actividades específicas por la multiutilidad, capacidad de generar espacio incluyente de las actividades, pues se deja de lado el diseño de la forma exclusivamente por la

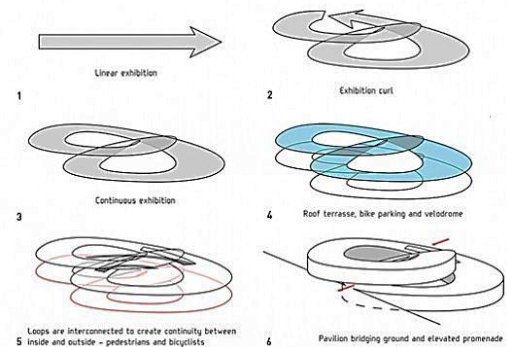
función y ahora, se genera un espacio integrador de acontecimientos (actividades), que brinda posibilidades y no restringe como la función que por evolución cultural (Posestructuralismo), ahora los eventos y eventualidades dentro de una fractura de los esquemas son compatibles y no excluyentes, creando posibilidades, permitiendo con esto, que los espacios se generen de manera que se ahorre en su construcción y mantenimiento, repercutiendo en los aspectos de sostenibilidad y sustentabilidad, pues el espacio, y por ende la forma, se crea no con un fin sino como una posibilidad, posibilidad de contener todo, pues los esquemas y conceptualizaciones se han roto, permitiendo su mezcla, sin perder su connotación y significado (Deconstrucción).

Así mismo, la forma ha evolucionado, principalmente por la evolución de los materiales y las necesidades contemporáneas de una sociedad en evolución; actualmente se cuenta con materiales más livianos y resistentes que en el pasado. En términos generales, la Arquitectura ha evolucionado al pasar de objetos pesados por la gran masa que requerían para su construcción y ser contenedores de poco volumen habitable, a objetos livianos, por su relación entre la materia y el volumen habitable contenido. Esto es más notorio cuando se analizan los proyectos presentados por los constructivistas rusos, proyectos cuyo alarde de diseño jamás pudo ser concretizado por carecer de los materiales y sistemas constructivos en su época para realizarse, pero que hoy en día, han permitido la evolución de la forma, principalmente bajo la visión deconstructivista, alardes formales que evidencian la tensión inherente del lenguaje arquitectónico.

La relación forma-espacio se ha transformado por la tecnología; se vive la Cuarta Generación del Espacio (Montaner, 1992), según cita Josep Ma. Montaner en su libro *Después del Movimiento Moderno*, una etapa en que el espacio involuciona a la forma de tres maneras, la primera por medio de la Negación del lugar, tradicionalmente los muros, pisos y techos fueron los límites del espacio y determinantes de la forma, los materiales actuales, sobretudo el cristal estructural, permiten romper estos límites, haciendo fluir al espacio, uniendo el interior con el exterior y generando nuevas alternativas preceptuales por medio de la incertidumbre en el usuario con los pisos de

cristal a metros sobre el nivel del suelo. La segunda de ellas, es el Anti-espacio, una Arquitectura que produce desasosiego en los usuarios por los riesgos que conlleva su uso, por la inseguridad predominante en el mundo actual, como sucede en sistemas de transporte colectivo, oficinas gubernamentales y sitios de reunión masiva, sitios seleccionados por los terroristas para dar a conocer su postura, creando ambientes psicológicos de rechazo por la mayoría de la gente, por lo que el diseño de este tipo de obras ha cambiado sus principios a partir de los diversos ataques producidos en años recientes; finalmente, la tercera generación se refiere al Ciber-espacio, al espacio no real, sin perder de vista que el espacio no es tangible, pero al ser un fenómeno perceptual, la persona lo concretiza en una realidad temporal, a la conceptualización del espacio a través del uso de herramientas informatizadas, tecnologías de la información y comunicación (TIC), que permiten habitar un espacio no real, pero si conceptualizable mentalmente.

La Teoría de la Arquitectura actual inicio su proceso en la década de los noventa del pasado siglo, bajo una visión Posestructuralista, superando los ideales Posmodernos de las décadas anteriores, propone una serie de conceptos que buscan la evolución del espacio, históricamente la Arquitectura se había sustentado en el diseño de la forma o Formalismo, a partir de cánones y esquemas se producía la forma, la cual estaba definida para cada género de edificio; posteriormente, para el Movimiento Moderno, la base del diseño fue la Función, el análisis de las actividades regían a la forma y por ende al espacio; finalmente se propone al Espacio como base del diseño, ya no importa la forma resultante sino el espacio contenedor de los eventos y las eventualidades. El espacio había fluido en las tres dimensiones con F. Lloyd Wright, ahora se busca su continuidad, la banda de Moebius se convierte en el fin, un espacio que se recorra de principio a fin y enlace tanto los espacios interiores como exteriores, de forma circular, permitiendo arribar al inicio desde cualquier punto del sitio, sin volver a regresar por el espacio recorrido. Esto es posible en la actualidad por los materiales que permiten estructuras portantes de la forma o contenedor, sin poner en riesgo al espacio, como sucedió históricamente.



Pabellón de Dinamarca (Grupo BIG), Exposición Universal de Shanghai 2010.

La forma ha evolucionado, ahora sus límites son la creatividad de los arquitectos, pero esto no significa que la Arquitectura no deba responder éticamente a las necesidades de conservación del ambiente, pues las nuevas tendencias arquitectónicas demandan mayor consumo energético o emplea materiales contaminantes a la naturaleza. Aquí, es donde se deben unir los principios teóricos contemporáneos con los principios de la Arquitectura bioclimática, ambos han logrado ligarse por medio de la tecnología, ya no están peleados como sucedió en sus inicios. La forma ya no es limitante, el límite será como dijo Bernard Tschumi: *“los límites del diseño son los límites de los conocimientos del arquitecto”*.

Es importante hacer notar, en los últimos años han retomado notoriedad posturas de diseño que no son nuevas, pero que han demostrado su veracidad como medios reales de arribar a nuevos diseños a partir de formas naturales, la llamada Biomímesis o Biomimética, es una ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración para modelos de sistemas o procesos. J.N.L. Durand comentó a inicios del siglo XIX, *“la naturaleza ya ha resuelto todo, el arquitecto debe saber observar a la naturaleza para hallar las respuestas a los problemas de diseño y construcción”*. **La premisa del diseño natural es el ahorro y su estrategia la eficiencia.** El proceso evolutivo natural, a través de millones de años, ha optimizado el consumo de la materia y reducido al mínimo el consumo energético de los seres vivos, respuestas base del proceso adaptativo y de la sobrevivencia, estos principios biológicos deben ser la base del nuevo diseño arquitectónico.

La arquitectura de inspiración bio-mimética es una arquitectura de máximos y mínimos. Su objetivo es maximizar rendimientos, optimizar recorridos o formas y minimizar tensiones. Por tanto, una de sus aplicaciones más evidente es en el diseño estructural. A diferencia del Funcionalismo, la Bio-mimética huye de la arquitectura adintelada, más pragmática, pero no optimizada en términos de rendimiento. Para ilustrar esta idea, basta con observar las catenarias invertidas y los hiperboloides que Gaudí empleó en el Parque Güell y la Sagrada Familia de Barcelona, alternativas a la estructura adintelada euclidiana.

En coherencia con las premisas planteadas en el diseño bio-mimético, no pueden existir concesiones estéticas y formales. El diseño estrictamente bio-mimético deriva de la eficiencia y la eficacia, la belleza da igual. Pero las soluciones no sólo son eficaces en términos energéticos y funcionales, sino además, suelen ser hermosas. El ingeniero Buckminster Fuller dijo: *“nunca me preocupo por la belleza de mis obras; pero, si al terminar una obra, el resultado no es bello, hay algo que no está bien”* (Wordpress, 2008).

Es indispensable que en los programas educativos de las carreras de Arquitectura, se retorne a los Principios del Diseño basado en el aprovechamiento del medio ambiente, recuperar las preexistencias ambientales citadas por Christian Norberg Schultz en su *Teoría del Genius Loci*, como bases proyectuales, pues la sustentabilidad está desde el proceso de planeación y no solo en el diseño, incorporando desde el origen las condiciones formales, de utilidad, espaciales, constructivas, de operación, mantenimiento y energéticas requeridas para generar objetos urbano-arquitectónicos respetuosos del medio ambiente, ahorradores de energía y al alcance de todas las clases sociales.

## I.5 La sustentabilidad en el proceso constructivo

La gente a través de los siglos, aprendió a construir su contexto en respuesta al entorno natural y a los materiales disponibles en la región, pero la modernidad vino a cambiar todo esto, el Movimiento Moderno difundió el desprecio a lo vernáculo e histórico por las teorías eruditas de la escuela y Academia, lo tradicional por lo nuevo y el consumo de los productos recién incorporados al mercado por la novedad y no la utilidad, cayendo en lo señalado por Robert Venturi, *“el arquitecto debe arrojarse al consumo de los productos nuevos, pero no como un salto al vacío, debe previamente, analizarlos y prever su comportamiento futuro”* (Venturi, 1966).

Hasta hace unas décadas, antes de la Segunda Guerra Mundial para ser preciso, el diseño y la construcción del hábitat humano en general, estaba en manos de una arquitectura popular. Cotidianamente, los modelos se reproducían de los que tradicionalmente se habían construido, modelos surgidos de la prueba y error de la sociedad, y de su adaptación a las condiciones del lugar, empleando los materiales de la región y sus procedimientos constructivos se habían generados a lo largo del tiempo; pero todo tiene que evolucionar, pero no todo cambio necesariamente es bueno. En México, el cambio se dio en aras de una visión de modernidad en las décadas de 1940 a 1960, para denotar la evolución social de una clase media emergente. La adopción de los nuevos materiales como el concreto armado y el arribo de ideas arquitectónicas Funcionalistas, hicieron que se iniciara un cambio en la manera de diseñar y construir el hábitat; a esto, paulatinamente se fue sumando, una generación tras otra, de arquitectos formados en aulas y que iniciaron la aplicación de teorías escolásticas surgidas de la escuela del Movimiento Moderno, iban a crear una nueva imagen política y socialmente correcta, que hablaría de los deseos y anhelos de una nueva sociedad, por lo que los principios de repudio hacia la historia y la tradición, tomaron fuerza para crear propuestas, estereotipos en su mayoría, que no eran comprendidos sino solo reproducidos, generando toda clase de errores funcionales y de adaptación al medio. Para los años setenta, se empezó a permear toda clase de formas nuevas y materiales creados para una arquitectura del consumo, una

arquitectura vista como parte del sistema de “útese y tírese”, kits arquitectónicos que pueden adquirirse y botarse una vez empleados y aprovechada su esencia; llegaron las ideas del consumismo norteamericano a la Arquitectura.

El arribo tardío del Posmodernismo a México vino a generar una serie de construcciones sincréticas y eclécticas, en su mayoría, adeshios que incorporaron materiales plásticos –piedras y cornisas artificiales--, que denotaron la idea de recuperación histórica y de la tradición, pero en general, fueron *kitsches* arquitectónicos. La lección de valor vino por algunos arquitectos mexicanos como Luis Barragán, Ricardo Legorreta y Sordo Madaleno, quienes aportaron y aportan, una visión de integración de los valores arquitectónicos de la cultura mexicana a formas arquitectónicas contemporáneas, mostrando que la evolución arquitectónica puede tomar otros rumbos.



Casa Estudio, Luis Barragán (Fuente internet)



Hotel Westin Regina Los Cabos, Sordo Madaleno (Fuente internet)

Para finales del siglo XX, arribaron a México nuevos sistemas constructivos y materiales importados de reciente creación, todo dispuesto para una arquitectura del consumo que incluye la destrucción como sustento mercadotécnico, sin considerar el movimiento de capital que genera, el flujo de desperdicio que ocasiona al medio o el alto gasto energético que se requiere para su operación y mantenimiento.

La visión sustentable considera un nuevo concepto para la selección de los materiales a emplear en la Arquitectura, el *contenido energético*, es un concepto relativamente nuevo y por ello, no ha conseguido un consenso en sus valores de manera internacional, por la gran cantidad de variables que requiere su contabilización energética.



El contenido energético se refiere a la cantidad de energía necesaria para la fabricación, suministro, eliminación, desecho o reciclaje del material. También se le denomina “energía virtual”, “energía incrustada” o “energía oculta”. Esta sumatoria incluye la extracción del material del ambiente natural, su transporte, fabricación, montaje, instalación y finalmente su desmontaje, demolición, reuso, reciclaje o destrucción. Considera tanto la energía procedente del petróleo como de fuentes renovables. Varios códigos de edificación, tanto europeos como la certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) de Estados Unidos y la CMES (Consejo Mexicano de Edificación Sustentable), consideran valores que permiten minimizar el impacto ambiental de los edificios a partir de los materiales de construcción o acabados empleados. Las unidades más utilizadas son los MJ/kg (megajulios por kilogramo de producto) o las tCO<sub>2</sub> (toneladas de dióxido de carbono creadas por la energía necesaria para hacer un kilogramo de producto).

Recibe el nombre de Bío-construcción, los sistemas de edificación de todo género de edificios, realizados con materiales de bajo impacto ambiental (bajo contenido energético), reciclados o altamente reciclables, o extraídos mediante procesos sencillos y de bajo costo, como los materiales de origen vegetal y bío-compatibles. Se entiende por bío-compatibles aquellos materiales naturales que facilitan los intercambios de humedad entre la vivienda y la atmosfera, la construcción debe “respirar”; asimismo, deben ser materiales de la región y hallarse totalmente libres de asbesto, poliuretano, cloro, PVC, PB (polibutileno) y PE (polietileno). Así como, el empleo de materiales que contaminen como algunos tipos de pinturas o plásticos, como los recubrimientos de los conductores eléctricos. Se evitará el uso del concreto armado porque el acero altera el campo magnético y el campo vibracional (el concreto tiene un índice de “Energía vital” de 3,600 Bovis, (la arcilla posee 7,200 Bovis), además de generar cenizas volátiles que afectan la sustentabilidad y la salud, además posee un coste energético elevado (1.23 kW/kg), el uso del concreto armado tiene como alternativa el uso de cal hidratada o cementos naturales; así como, sistemas constructivos de arcos y bóvedas para resolver los claros, que permiten evitar los diseños adintelados.

Para la Bío-construcción se deben de tener en consideración los siguientes aspectos:

- Gestión del suelo
- Gestión del agua
- Gestión del aire
- Gestión de la energía
- Consumo y desarrollo local

El decálogo de la Bío-construcción señala (Bioconstruccion, 2005):

1. Ubicación adecuada.
2. Integración en su entorno más próximo.
3. Diseño personalizado según las necesidades del usuario.
4. Adecuada orientación y distribución de espacios.
5. Empleo de materiales saludables y bío-compatibles.
6. Optimización de recursos naturales.
7. Implantación de sistemas y equipos para el ahorro.
8. Incorporación de sistemas y equipos de producción limpia.
9. Programa de tratamiento de los elementos residuales.
10. Manual de usuario para su utilización y mantenimiento.

La Bío-construcción se basa en el empleo de los materiales primarios y propios del lugar a donde se construirá, materiales naturales que requieran el mínimo de transformación para su uso como el adobe o la piedra. También recomiendan: Balas de paja que incluyen mezclas de cal o arcilla; fibra de cáñamo y lino; maderas; tierra y arcilla, materiales reciclados de plástico o papel y, hormigón celular.

Pero es necesario expresar que muchas de las posturas de la Bío-construcción son en extremo puntadas fanáticas, conservaduristas e irrealizables frente a las necesidades sociales del espacio habitable. Esto no significa que deba rechazarse sino conocer los contenidos energéticos de los materiales a emplear, pero sobretudo reducir los procesos constructivos húmedos que finalmente requieren procesos de demolición, impidiendo el

reciclaje o reutilización de los materiales de construcción, se debe cambiar a procesos secos que una vez cumplida su misión permiten el desmontaje y la reutilización sin altos gastos energéticos.

## **I.6 Eficiencia y eficacia actual de las fuentes alternativas de energía limpia**

La Arquitectura bioclimática en su nacimiento, se distinguió por el empleo de ecotécnicas, tecnologías ecológicas que planteaban la protección del medio, pero que requerían una forma de vida rural o anterior al siglo XX, lo cual fue el principal motivo por lo que la sociedad las rechazó.

Existen muchos sistemas para la producción de energía a partir de fuentes renovables y de manera limpia, en esta investigación nos referiremos a aquellas de empleo directo en el diseño arquitectónico, dejando de lado aquellas que requieren otro tipo de instalaciones –termal, oleaje-- o las que se encuentran en estado de desarrollo tecnológico como los pavimentos y los materiales nanotecnológicos. Pues el planteamiento básico de la investigación es determinar las fuentes de energías renovables, capaces de ser integradas al diseño arquitectónico en la actualidad, pero sostenibles, es de esperarse que en el futuro mediato existan nuevas tecnologías que permitan esto a costos accesibles o razonables.

El avance tecnológico, principalmente ligado a la carrera espacial en la década de los sesenta, originó una serie de avances en materia de producción de energía, básicamente paneles solares diseñados para las naves y estaciones espaciales puestas en órbita en los setenta –Sky Lab y MIR--, esa tecnología tardó décadas en llegar al mercado y cuando lo hizo, era muy cara y poco eficaz; los avances de las últimas décadas han permitido desarrollar paneles solares más eficientes pero aun solo son capaces de captar el 17% de la irradiancia recibida y su costo sigue siendo alto (\$-6,000.00/m<sup>2</sup> referencia al año 2011), y su mantenimiento por las baterías requeridas es alto, en general, aun en la actualidad, si existe una red eléctrica a menos de 500 m del sitio a

energizar, no es conveniente la implementación de un sistema solar, esto desde un punto de vista de sostenibilidad, pero si lo vemos desde el punto de vista de la sustentabilidad, cualquier acción que se realice es un aporte para construir el concepto. Como ejemplo, es posible citar que en España hace dos años se promulgó una ley que obliga a los particulares a generar el 30% de manera autónoma, de la energía empleada en las viviendas, esto ha obligado a los españoles a dos situaciones, o disminuyen sus requerimientos (ahorro energético), por ejemplo empleando LEDs o producen su energía faltante (fuentes renovables alternativas); así, se ve en las ciudades españolas como han proliferado los sistemas solares en las viviendas, una mayor demanda originará una mejora de la tecnología y será mayor cuando la demanda crezca internacionalmente. En México, por ejemplo, por las condiciones económicas del país, es casi imposible en este momento arribar a una determinación normativa como la española pero se ha arribado por medio del ahorro energético al normalizar la producción de focos, entre el 2010 al 2015, se dejaron de producir focos de 100 a 40 w incandescentes, con ello, se conseguirá un ahorro en la producción eléctrica del 40% en cinco años; las alternativas planteadas u ofertadas en el mercado son focos ahorradores y LEDs, dependiendo del presupuesto de cada familia, pero entonces ¿por qué en las aulas se continua enseñando el diseño eléctrico tradicional, basado en consumos incandescentes? Actualmente se cuenta con nuevos materiales generadores de energía eléctrica a partir del sol, vienen en telas que pueden emplearse en la decoración o bien en pinturas, pero están aún en desarrollo y son más llamativas que efectivas.

Otra área a desarrollar con la utilización de la energía solar son los calentadores pasivos, tanto para agua a emplear en la casa como para mantener los espacios interiores confortables sin recurrir a medios artificiales que consumen grandes cantidades de energía como son los ventiladores y los aires acondicionados. Ambos están relacionados con los sistemas de aislamiento térmico. En el aislamiento térmico está la base de la sustentabilidad, un adecuado diseño del espacio y de los materiales constructivos, permiten reducir al mínimo las ganancias y pérdidas calóricas y con ello el consumo de energía extra. Actualmente se cuenta con múltiples

materiales que permiten aislar de manera adecuada la envolvente edilicia, pero su diseño está basado en estudios del balance térmico que no se realizan de manera previa al diseño final, por esto, es importante educar para concientizar tanto a los estudiantes como a los profesionistas que su tarea es radical para conseguir una sustentabilidad edilicia, ya existen las normas oficiales mexicanas para edificios no residenciales como la NOM-008-ENER-2001, NOM 020 y el Código de edificación de vivienda de la CONAVI.

En la última década han hecho su aparición tecnologías para producción eléctrica basada en la fuerza del viento, generadores eólicos, aunque no son nuevos pues ya habían sido empleados con profusión en Europa desde hace unas décadas, a nuestro país arriban más para uso particular, por cuestiones legales que prohíben la generación eléctrica, ésta está exclusivamente autorizada a la CFE, pero la producción para autoconsumo y no su venta, está permitida; así, la única generadora para la venta de energía eléctrica es la CFE y en los últimos años está construyendo los primero campos eólicos del país. Por esta razón cada vez es más visto la aparición de aerogeneradores verticales u horizontales en las edificaciones en áreas con características ventosas, aislado o ligado a sistemas de paneles solares. Nuevamente, la tecnología disponible es cara, más eficiente que la solar, pero aún sigue siendo costosa para todo tipo de bolsillos.

Otro aspecto importante en la sustentabilidad con accesibilidad desde las viviendas es el manejo del agua. Hace décadas el bioclimatismo proponía soluciones que exigían grandes extensiones de terreno para el tratamiento primario de las aguas residuales, por lo que eran rechazados en espacio urbanos donde los lotes cada vez poseen menor superficie; en la actualidad se cuenta con tecnologías para tratamiento de aguas residuales, principalmente grises, a través de tanques que reciclan y permiten su reúso en ciertas áreas, las aguas negras son aún un problema, su tratamiento es difícil y caro y, no es posible realizarlo en el espacio de la vivienda, por ello, este tipo de aguas residuales son canalizadas para tratamiento a nivel urbano, lo importante es no verter más aguas negras a los cauces naturales que se han degradado en la actualidad y que requieren manejo remedial para recuperar su condiciones

previa al desarrollo urbano de las últimas décadas. Gran parte de las acciones en el diseño se encaminan a la conservación y ahorro del agua potable, por medio de dispositivos ahorradores o muebles ahorradores, así como, un cambio en la actitud de la sociedad hacia el manejo del agua.

Sistemas tecnológicos productores de energía con base a fuentes renovables hay muchos en la actualidad, lo importante es conocerlos, adecuarlos y aplicarlos al diseño arquitectónico, con ello se evitará que en el futuro cercano aparezcan monumentos en las azoteas, no solo a los tanques de agua, sino también a la producción de energía; es tarea de los arquitectos innovar el diseño considerando estas nuevas tecnologías, hacerlo de manera semejante al *tinglado venturiano* (Venturi, 1966), que no sean agregados, adiciones a los edificios que deterioran la estética e imagen urbano y el funcionamiento por la incapacidad de visualizar integralmente el diseño arquitectónico.

## CAPITULO II. LO SOSTENIBLE Y LO SUSTENTABLE

*“La arquitectura es cuestión de armonías, una pura creación del espíritu. Empleando piedra, madera, hormigón, se construyen casas, palacios; eso es construcción: el ingeniero trabajando; pero en un instante, tocas mi corazón, me haces bien, me siento feliz y digo: esto es hermoso, esto es arquitectura, el arte entra en mí.”*

Le Corbusier (1887-1965)

### II.1 El medio ambiente

La Arquitectura nació en el momento en que los homínidos dejaron la seguridad arbórea, al no contar con el entorno que tradicionalmente les había brindado seguridad, alimento y cobijo, hubo la necesidad de crearlo; los medios de construcción fueron los recursos naturales que tuvieron a la mano, ramas, hojarasca, troncos, piedras; materiales de construcción que permitieron crear refugios efímeros; dichos materiales no alteraban el medio ambiente ni contaminaban, la mayoría se recolectaban y apilaban en el entorno; pocos se adquirían destruyendo la vegetación del lugar; aunque dañaban la naturaleza o la alteraban, tarde o temprano eran nuevamente asimilados y reincorporados a ella; la intromisión en la naturaleza era a una pequeña escala. Las cavernas fueron posteriormente el hábitat de los primitivos humanos, dichos refugios fueron protegidos y defendidos de los animales que normalmente las habitaban, las defensas y el dominio del fuego permitieron al hombre acondicionarlas y empezar a crear los primeros depósitos de basura, hoy tesoros para los paleontólogos y arqueólogos; así mismo, en esas cuevas nacieron las primeras manifestaciones artísticas, Lascaux y Altamira son muestra de ello, con las pinturas prehistóricas que contienen, una de las primeras manifestaciones artísticas del hombre.

Cuando no contó con las cavernas, el hombre tuvo la necesidad de construir su hábitat, los dólmenes como en Antequera, España; son ejemplos megalíticos del nacimiento de la observación astronómica y de la modificación

consciente del medio ambiente, había iniciado la ciencia y la tecnología con la asimilación del medio y su predictibilidad, forjando las condiciones necesarias para la subsistencia y sobrevivencia de las sociedades recolectoras, había iniciado la etapa constructiva de la humanidad.

El hombre se hizo sedentario alrededor del año 7,000 A.C., y buscó materiales resistentes y duraderos para sus construcciones, el entorno empezó a alterarse con los desarrollos urbano-arquitectónicos; la agricultura había hecho su aparición y con ella, se inició la modificación de grandes extensiones de terreno que permitían su práctica, inicialmente rústica, pero con el avance tecnológico como el arado, se fue haciendo más agresiva hacia el medio ambiente, transformándose, lenta pero inexorablemente, tanto por el desmonte y la quema de los terrenos como por el uso de técnicas agrícolas agresivas hacia el medio, en pos de una mayor productividad.

A inicios del siglo XIX, la incidencia de las actividades humanas no presentaban mayor problema hacia el medio, aunque las sociedades se habían hecho más complejas, la población humana era baja y su distribución permitía la reconstitución de los deterioros producidos en el ambiente; la aparición de la Revolución Industrial fue el hecho que vino a alterar el equilibrio humano con el planeta; el dominio de la energía originó la aparición de máquinas que permitieron multiplicar los efectos y transformación sobre el medio, entre ellos, la producción de alimentos mejoró al introducir el tractor y las cosechadoras, más comida generó más población, la sobrepoblación empezó a ser un problema, además de la destrucción del medio en busca de recursos energéticos como el carbón y posteriormente el petróleo; en el siglo XIX, la población humana en el planeta rondaba los 1 mil millones de personas, con una tasa de crecimiento del 0.43%; para 1950, la población había ascendido a 2.5 mil millones de personas, la tasa de crecimiento anual media llegó a su record máximo de 2.5% en la posguerra (1945-1965), para el año 2011, la población humana representa 7 mil millones de personas en el planeta (Poblacion, 2010), con una tasa de crecimiento del 1.29%, y expectativas de crecimiento hasta los 11,500 millones de habitantes para el 2025 (Naciones Unidas), como punto de equilibrio; todos demandando mayores satisfactores – estilo de vida- de consumo y calidad de vida, consumo que depende de los



productos generados en el planeta y con material propio de éste, muchos de ellos no renovables y con bajo nivel de reabsorción en los sistemas ecológicos.

En los últimos cincuenta años del siglo XX y primera década del siglo XXI, es mayor el deterioro planetario, el desarrollo tecnológico surgido a partir de la carrera espacial generó grandes avances, la irrupción de la informática y las telecomunicaciones han originado un crecimiento mayor y más rápido a nivel global, esto ha repercutido en la difusión de estilos de vida basados en el consumo y mostrados como modelos válidos para las sociedades por los medios de comunicación masiva; estilos de vida de países desarrollados, quienes ahora se preocupan por la demanda de los mismos niveles de vida en los países subdesarrollados, pero si el problema de contaminación y deterioro planetario ha sido creado por unos pocos países (15%) (Asignaturas, 2007) y por seguir un modelo planteado, ¿qué sucederá en el momento que el resto de los países y sus sociedades lleguen a presentar los mismos estilos y niveles de vida difundidos por los países desarrollados como válidos?, ¿Qué tanto el concepto de sustentabilidad fue creado para encubrir y disminuir las expectativas de las sociedades subdesarrolladas? Crear una condición conformista y no demandante con relación a la distribución de la riqueza.

**¡El planeta Tierra no siempre ha estado como ahora!** Gran parte de la visión ecologista actual, plantea la conservación del planeta como era hace unas décadas, pero nuevamente los medios plantean una falacia pues el planeta ha estado en permanente evolución desde su origen y por ello, es imposible conservar al planeta en un estado inamovible que satisfaga las necesidades humanas, la vida y su diversidad han dependido y dependen de los cambios planetarios.

La Tierra inició su conformación hace 4,500 millones de años, sus características compositivas surgieron a partir de los materiales y su densidad en la nube de gases que formó al Sistema planetario; se localizó a 150 millones de kilómetros del Sol, en el tercer sitio del sistema planetario solar, siendo la estrella denominada Sol, el centro del sistema; el tamaño de la Tierra y sus características son debidas a estas condiciones, así como, su capacidad de

generar vida, más cerca o más lejos del Sol, se hubiera impedido el desarrollo de ésta.

El planeta Tierra, como se conceptualiza hoy en día, no ha existido siempre, durante su larga evolución han pasado muchas etapas y periodos que han marcado su estado actual; el ser humano hizo su aparición en el planeta hace apenas 2 millones de años y como homo sapiens, tiene aproximadamente 100 mil años en el planeta, lo cual representa nada para la edad planetaria. Muchas otras especies han precedido al ser humano, el último gran dominio del planeta se dio hace más de 60 millones de años con los dinosaurios, su desaparición preparó el terreno para la evolución de los mamíferos y entre ellos, la de los humanos; esto no significa que se le quite importancia a los vegetales e insectos que han sido quienes desde el inicio, han dominado al planeta.

La conformación y evolución del planeta ha estado regida por los fenómenos vulcanológicos. La vulcanología del planeta está dada por los materiales que forman a la Tierra, dichos materiales se conglomeraron y friccionaron creando una masa incandescente que sometida a las fuerzas gravitacionales tomó forma; durante este proceso se creó un planeta rocoso geológicamente activo; la Tierra colisionó con otro cuerpo planetario semejante en tamaño a Marte, dicha colisión generó de manera breve un anillo de detritos en torno a la Tierra que con el tiempo se conglomeró y formó al satélite denominado Luna; así, se creó un microsistema con fuerzas gravitacionales que han determinado la evolución del planeta y de la vida en él.

El enfriamiento de la capa rocosa exterior del planeta dio origen a la corteza terrestre, capa endurecida que varía entre 7 a 70 km de espesor; considerando que el diámetro de la Tierra es de 12,742 km, la corteza representa el 0.54% del diámetro terrestre (WIKI, 2005), el restante 99.45% está constituido por magma y por el núcleo ferroso del planeta, del cual dependen los fenómenos de la gravedad. La corteza terrestre no es homogénea, está fragmentada en placas. La tectónica de placas es la teoría que explica la estructura y movimiento de las placas, los choques y subducciones (hundimiento de una placa bajo otra) son los que han creado la geografía del

planeta al conformar cadenas montañosas, valles y cuencas que señalan las diversas altitudes y regiones del planeta; de dicha tectónica depende la vulcanología que ha dado fisonomía, ha expedido magma y gases del interior del planeta, formando la atmósfera. La presencia del agua, que ocupa el 73% de la superficie del planeta tiene dos posibles explicaciones; la primera, es de origen volcánico, fue expulsada de los materiales congelados que se conglomeraron para formar a la tierra y la segunda, es el resultado de otra colisión, ésta vez contra un cometa.

La atmósfera es la capa gaseosa terrestre, es la capa más externa y menos densa del planeta, está formada por varios gases que en general se denominan aire, el 75% de la atmosfera ocupa los primeros 11 km sobre la corteza terrestre y se le denomina litosfera, está constituida por un 21% de oxígeno y 78% de nitrógeno. La hidrosfera, es la parte de la atmósfera en contacto con el agua superficial (hidrosfera), su dinamicidad da origen al clima del planeta y a los fenómenos de erosión. La atmósfera protege a la vida del planeta, es la encargada de desviar la radiación solar. La magnetósfera está a 95 km de la corteza y desvía conjuntamente con el campo magnético del planeta los rayos solares, formando los anillos de Van Allen y el fenómeno de las auroras boreales y australes, solo permite llegar a la superficie del planeta  $1,367 \text{ W/m}^2$ , lo que se denomina *irradiancia* (World Radiation Reference Center WRRC) (Irradiancia, 2010). Otra porción media de la atmósfera reduce entre un 97% a un 99% la cantidad de radiación solar de rayos ultravioleta, la capa de ozono de la estratosfera, la ozonosfera se localiza entre 15 y 40 km de altura. Los rayos ultravioleta en cantidades adecuadas permiten la fotosíntesis de los vegetales, pero en altas concentraciones funcionan como oxidantes, lo que pone en peligro la vida.

Las características topográficas de la corteza terrestre, los depósitos de agua superficial y su interacción con la litosfera, crean el clima terrestre. El clima son los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región en un periodo representativo: temperatura, humedad, presión atmosférica, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de manera sistemática y homogénea de la información

meteorológica, durante periodos representativos de tiempo, de 30 años o más. Además, el clima está determinado por la latitud y altitud del sitio, esto se conoce como microclima o clima regional. El clima es un sistema complejo por lo que predecir su comportamiento es difícil. Por otra parte, existen fluctuaciones más o menos caóticas debidas a las interacciones de forzamiento, retroalimentación y de moderadores. La paleo-climatología es la ciencia que estudia los climas del pasado, esto permite predecir los futuros comportamientos a partir del análisis de los fenómenos del pasado.

El término vida (latín: *vita*), desde el punto de vista de la Biología, es el más empleado, hace alusión a aquello que distingue a los reinos animal, vegetal, hongos, protistas, arqueas y bacterias del resto de manifestaciones de la naturaleza. Implica las capacidades de nacer, crecer, reproducirse y morir, a lo largo de sucesivas generaciones, evolucionar. Científicamente, podría definirse como la *“capacidad de administrar los recursos internos de un ser físico de manera adaptada a los cambios producidos en su medio, sin que exista una correspondencia directa de causa y efecto entre el ser que administra los recursos y el cambio introducido en el medio por ese ser, sino una asíntota de aproximación al ideal establecido por dicho ser, ideal que nunca llega a su consecución completa por la dinámica del medio”* (Vida, 2010). Abarca una serie de conceptos del ser humano y su entorno relacionados, directa o indirectamente, con la existencia.

La vida apareció en el planeta Tierra aproximadamente a los 1,000 millones de años de formarse el planeta, existen muchas teorías para explicar el fenómeno, la más aceptada es la del “caldo primordial” a partir de sustancias inertes, en 1953 Stanley Miller demostró como al crear las condiciones semejantes a las de esa época (en una probeta se reprodujo una atmosfera similar a la existente con agua, metano, hidrógeno, nitrógeno y se creó un arco eléctrico para simular las condiciones atmosféricas predominantes), originando aminoácidos a partir de un caldo primitivo de sustancias inertes, aún falta definir como esos aminoácidos se combinaron para producir proteínas, al ADN (ácido desoxirribonucleico) y su precursor el ARN (ácido ribonucleico), pero esta base promotora de proteínas dio origen a un ser capaz de reproducirse y

transmitir sus características, ésta es la razón por la que todos los seres vivos del planeta Tierra, poseen una base en la química del carbón y todos poseen la molécula del ARN.

La vida en el planeta evolucionó a partir de un antecesor común, Charles Bonnet en el siglo XVIII introdujo el concepto de evolución; en el siglo XIX, Charles Darwin con su libro *El origen de la especies*, demostró la base evolutiva de la vida y la dependencia a la adaptación para sobrevivir a los cambios de la naturaleza. **“Solo los seres que se adapten a los cambios, sobrevivirán”**, esta es la base de la teoría desarrollada por Darwin y consolidó la evolución biológica. Hoy, la biología molecular, la genética del desarrollo y la paleontología vislumbran como se produjo la evolución planetaria de la vida.

Darwin fue el primero en resumir un conjunto coherente de observaciones que solidificó en el concepto de la evolución de la vida en una verdadera teoría científica, es decir, en un sistema de hipótesis; Las propuestas extractadas de su obra *El origen de las especies (1859)*, se cita a continuación:

- Los actos sobrenaturales del Creador son incompatibles con los hechos empíricos de la naturaleza
- Toda la vida evolucionó a partir de una o de pocas formas simples de organismos
- Las especies evolucionan a partir de variedades pre-existentes por medio de la selección natural
- El nacimiento de una especie es gradual y de larga duración
- Los taxones superiores (género, familias, etc), evolucionan con los mismos mecanismos que los responsables del origen de las especies
- Cuanto mayor es la similitud entre los taxones, más estrechamente relacionados se hallan entre si y más corto el tiempo de su divergencia desde el ultimo ancestro común
- **La extinción es principalmente el resultado de la competencia interespecífica**

- El registro geológico está incompleto, la ausencia de formas de transición entre las especies y taxones de mayor rango se debe a las lagunas en el conocimiento actual

Darwin no solo discutió el origen sino también la disminución y la desaparición de las especies. Como una causa importante de la extinción de poblaciones y especies propuso a la “*competencia interespecífica* debida a recursos limitados: *durante el tiempo evolutivo, las especies superiores surgirían para remplazar a especies menos adaptadas*”. Esta perspectiva ha cambiado en los últimos años con una mayor comprensión de las causas de las extinciones masivas, episodios de la historia de la Tierra, donde las "reglas" de la selección natural y de la adaptación parecen haber sido abandonadas.

Esta nueva perspectiva fue presagiada por Mayr en su libro *Animal species and evolution* (1963), en el que señaló que la extinción debe ser considerada como uno de los fenómenos evolutivos más conspicuos. Mayr discutió las causas de los eventos de extinción y propuso que nuevas enfermedades (o nuevos invasores de un ecosistema) o los cambios en el ambiente biótico pueden ser los responsables. Además, escribió:

“Las causas reales de la extinción de cualquier especie de fósil, presumiblemente siempre seguirán siendo inciertas... es cierto, sin embargo, que **cualquier evento grave de extinción está siempre correlacionado con un trastorno ambiental importante**” (Mayr, 1963).

Esta hipótesis, no sustentada con hechos cuando fue propuesta, ha adquirido desde entonces un considerable apoyo. El término "extinción masiva", mencionado por Mayr, se utiliza cuando una gran cantidad de especies se extinguen en un plazo geológicamente breve; los eventos pueden estar relacionados con una causa única o con una combinación de causas, y las especies extintas son plantas y animales de todo tamaño, marinos y terrestres. Al menos han ocurrido cinco extinciones masivas, y han dejado muchos huecos ecológicos que han permitido que sean ocupados por los descendientes de las especies supervivientes.

En resumen, la hipótesis de los trastornos ambientales como causas de las extinciones masivas ha sido confirmada, lo cual indica que si bien, gran parte de historia de la evolución puede ser gradual, de vez en cuando, ciertos acontecimientos catastróficos han marcado su ritmo de fondo. Es evidente que los pocos "afortunados sobrevivientes" determinan los subsecuentes patrones de evolución en la historia de la vida (Evolucion, 2010).

Los ecosistemas son sistemas naturales que están formados por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico en donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. Los ecosistemas tienden a formar series de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema. El término ecosistema fue desarrollado en 1930 por Roy Clapham (Ecosistema, 2010). Un concepto similar es el de bioma, que es una zona climática y geográfica definida ecológicamente, en que se dan similares condiciones de clima y similares comunidades de plantas, animales y organismos del suelo, a menudo referidos como ecosistemas. A diferencia de las *ecozonas*, los biomas no se definen por genética, taxonomía o semejanzas históricas y se identifican con frecuencia con patrones especiales de sucesión ecológica y vegetación clímax. Son ejemplos de ecosistemas terrestres: sabana, tundra, selva, entre otros.

Es importante recalcar, sin afán pesimista, que la Tierra dejará de existir tarde o temprano, debido al proceso evolutivo del Sistema Solar. El enfriamiento del planeta alterará su capacidad de contener vida al perder la atmósfera y el agua, de manera similar al planeta Marte; en unos millones de años, la Luna se perderá en el infinito, el satélite se está separando año con año de la Tierra, finalmente, se perderá su acción sobre las mareas y en la velocidad de la órbita terrestre, elementos que originaron la vida y en unos 5 mil millones de años, el Sol se expandirá para terminar sus días como una enana blanca, pero previamente se convertirá en una gigante roja cuya corona envolverá al planeta Tierra, calcinándolo y extinguiendo todo rastro en el planeta, finalmente el Sol se apagará y el Sistema Solar se perderá en la materia oscura.

## II.2 Origen y evolución de lo sostenible y lo sustentable

### Sostenibilidad

Sostener, base de sostenible, significa<sup>20</sup>: “mantener firme o sujetar una cosa. Defender una proposición, idea u opinión. Dar a uno lo necesario para su manutención. Hacer algo de forma continua”.

En la XX edición de la Real Academia del Español (RAE), se define especialmente en términos de ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente. Desarrollo, economía sostenible.

El concepto sostenibilidad identifica “la capacidad de mantener de manera continua una acción”, nació más con una vocación económica que ecológica, permite referirse a proyectos de inversión que no requirieran inversión constante para mantenerse funcionando, sino a partir de una inversión inicial fueran capaces de ser autosuficientes económicamente hablando, permitiendo de esta manera, apoyar más el desarrollo social por un buen uso de los recursos financieros.

En 1987, la ONU generó el informe Brundtland. El concepto de desarrollo sostenible refleja una creciente conciencia acerca de la contradicción que puede darse entre desarrollo, primariamente entendido como crecimiento económico y mejoramiento del nivel material de vida, y las condiciones ecológicas y sociales para que ese desarrollo pueda perdurar en el tiempo (Desarrollo, 2010).

---

<sup>20</sup> <http://www.wordreference.com/definicion/sostener>





Sostenibilidad en imágenes

## Sustentabilidad

Sustentar, de donde se origina sustentabilidad, significa<sup>21</sup>: “Sostener un cuerpo a otro. Defender, mantener una opinión o idea. Proveer lo necesario para vivir”.

El término sustentabilidad nació para sustituir al término de sostenibilidad, a éste se le asignan más elementos ecológicos y sociales, mientras que a la sostenibilidad se le asignan repercusiones económicas; en lo ideal, ambos términos son semejantes, pero difieren en la realidad; ambas palabras son sinónimos en el diccionario de la Real Academia del Español (RAE), son conceptos que están en construcción para designar fenómenos y no acciones en sí.

Gran parte del desarrollo de la sustentabilidad está supeditada a una visión bioética. En el mundo actual, es más un buen deseo utópico que una realidad la consecución del concepto; los intereses económicos a través de la mercadotecnia están más interesados en sus beneficios que en la conservación ecológica del planeta; será la educación, la que brinde de

<sup>21</sup> <http://www.wordreference.com/definicion/sustentar>

manera general a la población, la posibilidad de ingresar a la sustentabilidad, por convencimiento real, no por obligación o imposición conformista.

La bioética es una disciplina relativamente nueva, y el origen del término corresponde al pastor protestante, teólogo, filósofo y educador alemán Fritz Jahr, quien en 1927 usó el término *Bio-Ethik* en un artículo sobre la relación ética del ser humano con las plantas y los animales. Más adelante, en 1970, Van Rensselaer Potter utilizó el término *bio-ethics* en un artículo sobre "la ciencia de la supervivencia" (Bioetica, 2010).

La **bioética** es la rama de la ética que se dedica a proveer los principios para la correcta conducta humana respecto a la vida, tanto de la vida humana como de la vida no humana (animal y vegetal), así como del ambiente en el que pueden darse condiciones aceptables para la vida. En su sentido más amplio, la bioética no se limita al ámbito médico, sino que incluye todos los problemas éticos que tienen que ver con la vida en general, extendiendo de esta manera su campo a cuestiones relacionadas con el medio ambiente.

La declaración Universal sobre los Derechos Bioéticos de la UNESCO y la ONU, en su Artículo 17°, Protección del medio ambiente, la biósfera y la biodiversidad, señala: *Se habrán de tener debidamente en cuenta la interconexión entre los seres humanos y las demás formas de vida, la importancia de un acceso apropiado a los recursos biológicos y genéticos y su utilización, el respeto del saber tradicional y el papel de los seres humanos en la protección del medio ambiente, la biosfera y la biodiversidad.*



No todo lo verde es sustentable, pero sí negocio, el Green Wash

El nuevo esquema de la sustentabilidad plantea tres aspectos a interaccionar: Sustentabilidad, Gobernabilidad y Cooperatividad. La interacción de cada uno de estos aspectos gira en torno a un nuevo espacio conformado por la Ética, la Educación y el Espíritu Empresarial. Son estos tres enunciados los que garantizarán lo sustentable, mientras no se eduque a la sociedad, se cimienten valores éticos de respeto hacia el medio y la humanidad y los principios empresariales no se acoten hacia un bienestar común y sigan orientándose a ganancias desmedidas y crecientes, no se logrará concretar lo sustentable.



### II.3 Estilo de vida vs sustentabilidad

A partir de la década de los años setenta del pasado siglo, se ha visto un incremento en el consumo eléctrico per cápita; en México, éste pasó de 500 kw/h con 48.2 millones de habitantes en 1970 a 2,036 kw/h per cápita con 107.7 millones de habitantes en el 2007 (México, 2005); mientras que, Estados Unidos pasó de 7,200 kwh per cápita con una población de 207 millones de habitantes (1970) a 13,638 kwh en 2007 con 300 millones de habitantes (USA, 2006). ¿Qué significan estos datos?, el consumo energético está ligado a dos premisas que inciden sobre la sustentabilidad y que son: el desarrollo y el crecimiento demográfico.

La reducción en el consumo energético permitirá sobre todo, una reducción en el consumo de combustibles fósiles, léase petróleo, pues otras fuentes son limpias y necesarias para otros fines como las hidroeléctricas y la generación por medio de fuentes termales; el consumo de fuentes fósiles ocasiona el aumento en los gases invernadero y el uso de fuentes de fisión nuclear tienen un alto grado de peligrosidad y contaminación para el hombre y la naturaleza, como lo han demostrado Chernóbil (1986) en Ucrania y Fukushima (2011) en Japón. Las fuentes de energía renovables son la solución al problema, principalmente el aprovechamiento de la energía solar y su irradiancia sobre la Tierra, pero estas fuentes aún son caras y poco eficientes (17% de eficiencia en promedio), pues durante muchos años, los grandes consorcios petroleros se opusieron a su desarrollo o creación. Su incorporación al diseño arquitectónico permitirá agregar un grano de solución al problema global energético.

La definición de desarrollo: “consecución de capacidades que permiten a las instituciones e individuos ser protagonistas de su bienestar” (Desarrollo, 2010). Entendiendo al bienestar como al conjunto de factores que participan en la Calidad de vida de las personas y hacen que su existencia posea todos aquellos elementos que dan lugar a la tranquilidad y satisfacción humana. Calidad de vida es un concepto utilizado para el bienestar social general de individuos y grupos; no

debe ser confundido con el concepto de estándar, nivel de vida o estilo de vida, que se basan exclusivamente en los ingresos. Los indicadores de Calidad de vida incluyen no solo los de riqueza, sino también, ambiente físico y arquitectónico, salud física y mental, recreación y pertenencia o cohesión social (Vida C. d., 2005).

El concepto de desarrollo es multidisciplinario, está ligado a muchos aspectos, no solo sociales, sino a la industria, la ciencia, la tecnología, al urbanismo, entre muchos otros. Por ello, posee una gran incidencia sobre la sustentabilidad y la sostenibilidad. La sostenibilidad del desarrollo parte desde la generación científica y tecnológica que será implementada en la industria para generar bienestar social al crear empleos y satisfactores de vida, esta cadena está soportada por la generación de energía para generar su crecimiento. Comparativamente con los datos anteriores sobre energía eléctrica, Estados Unidos produce 85% más energía per cápita que México, lo que habla de las diferencias de desarrollo entre ambos países o entre países desarrollados y países en vías de desarrollo. De la producción energética, el 37% lo consume la industria, 20% es para uso doméstico, 11% es para uso comercial, 5% para sostener la infraestructura urbana y 27% se pierde desde la producción y la conducción (mundial, 2005). El 86.5% de la energía que se consume a nivel mundial viene de combustibles fósiles y el 7% viene de fuentes de energías renovables.

La Calidad de vida es un parámetro para determinar el nivel de desarrollo de una sociedad, un indicador para medir la calidad de vida es el Índice de Desarrollo Humano (IDH), establecido por la ONU a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), cuyo cálculo se realiza a partir de las siguientes variables:

- Esperanza de vida
- Educación
- Producto Bruto Nacional (PBN) per cápita

Los países con el IDH más alto son Islandia, Noruega y Australia, en América Latina son Chile, Uruguay y Cuba, básicamente por sus bajos índices de criminalidad y delincuencia organizada.

La esperanza de vida en México está en 76 años, ésta ha mejorado en los últimos años por los avances en atención médica (vacunación, medicina preventiva y servicios médicos para la población en general), por el tipo de dieta y alimentación poblacional, seguridad y la mejora en los servicios públicos básicos como agua potable y drenaje, los cuales han permitido disminuir las enfermedades endémicas gastrointestinales, típicas de los países subdesarrollados.

Pero el aumento de la esperanza de vida tiene también un rol negativo, al durar más la población, más gente habrá y las personas con más edad irán creciendo como grupo, pero dicho grupo representa una carga económica mayor para las sociedades por el factor salud y de seguridad social. En México, la tasa de natalidad de la población ha pasado del 3.2 al 1.5% anual entre 1970 al 2010; los programas de control de la natalidad implementados en la década de los setenta, Programa de Planificación Familiar (PROFAM), dieron resultados al lograr un descenso de la tasa de natalidad, pero aún no se logra una tasa de natalidad para la estabilidad poblacional, ésta sigue incrementándose hasta llegar a 112 millones de mexicanos (INEGI, Censo 2010), aunque el PNB está entre los más altos del mundo, al dividirlo entre la población es bajo, con las consecuencias económicas que representan para el país como la pobreza y la falta de oportunidades laborales. Es obvio que entre más grande sea una población más impacta al medio ambiente en muchos aspectos, el problema es mayor a nivel mundial, donde se está alcanzando una población de 7 mil millones de personas que se estabilizará en 11.5 mil millones en quince años, pero tal demanda es mayor en países subdesarrollados que enfrentan mayores impactos ecológicos para sostener a sus poblaciones con requerimientos por debajo de los señalados en la Calidad de vida. Entre más población, mayor es el impacto sobre el medio ambiente y menor la capacidad de generar un desarrollo sustentable y sostenible.

La educación está dentro de la calidad de vida, es el mecanismo más eficiente para reducir las diferencias sociales y brindar oportunidades de desarrollo individual a la gente. Una sociedad educada obliga al desarrollo de los factores sociales, tecnológicos, económicos y políticos, al ejercer una postura crítica y demandante de las condiciones de desarrollo en general. La educación será el único medio a través del cual la sociedad se concientice acerca de la sustentabilidad, no solo en el campo de la Arquitectura, sino de todos los medios para conseguirla.

El Producto Nacional Bruto, ligado al PIB, es el mecanismo que hará que las sociedades logren la sostenibilidad y sustentabilidad. En el momento que estén cubiertos los ingresos básicos familiares, la sociedad de los países subdesarrollados y pobres, empezará a comprometerse con el cuidado del medio, pues es fácil para las sociedades de países desarrollados exigir medidas de conservación cuando tienen resueltos los problemas básicos de manutención, mientras que en los países subdesarrollados no se preocupan de cuidar a la “*mariposa morada*”, si no tienen para comer y su venta les garantiza el ingreso mínimo para mantener una familia, lo mismo sucede con las maderas exóticas, los minerales o cualquier recursos natural que posean.

El PNB en México fue de 250 mil millones de dólares en 1990, para el año 2009 alcanzó los 1,514 mmd, lo que arroja un ingreso por habitante de US\$-10,254.00 anuales (\$-123,048.00 al cambio de marzo 2011), pero en la realidad, la población mexicana posee un ingreso promedio de US\$-7,800.00 (\$-93,500.00 al cambio de marzo 2011), considerando que el salario mínimo es de \$-52.50 y en promedio la sociedad ingresa entre 1 a 5 salarios mínimos. Con un salario mensual de \$-7,800.00, no es fácil hablar de sustentabilidad y menos de sostenibilidad del desarrollo y peor aún, de la Arquitectura.

El concepto nivel de vida hace referencia al nivel de confort material de un individuo o grupo que puede lograr obtener. Comprende no solo los bienes y servicios obtenidos individualmente, sino los productos y servicios obtenidos

colectivamente como los servicios públicos y de gobierno. El nivel de vida se traslapa al de calidad de vida, en general tienen los mismos parámetros de medición, el nivel de vida debe estar más en relación al concepto de “estilo de vida”, el cual expresa de manera genérica, la manera en cómo se entiende la vida, no tanto en la conceptualización del mundo, sino representa una idiosincrasia o carácter de un grupo (regional, nacional, generacional, de clase, etc.), expresado en todos los ámbitos del comportamiento (trabajo, ocio, sexo, alimentación, indumentaria, entre muchos otros), fundamentalmente en las costumbres o en la vida cotidiana, pero incluye también a la Arquitectura y al Urbanismo, por la relación con los objetos y la posesión de bienes, en la relación con el entorno o en las relaciones interpersonales” (Estilo, 2008). Está en relación con la expresión inglesa *life style* y con la célebre *American way of life*, o estilo de vida americano, tendiente a señalar un sistema democrático, una sociedad del consumo y una economía de mercado, que tiende a universalizarse con la globalización.

El estilo de vida, más que la calidad de vida, tiene impacto sobre el desarrollo de la sustentabilidad. La difusión del *American way of life* de la posguerra (1945-), permitió a los estadounidenses aprovechar la reconversión industrial e iniciar el consumismo que alcanzó su clímax en los sesentas con el apoyo de los medio masivos de comunicación, sobretodo de la televisión. Desde entonces, el modelo ha sido difundido al resto del mundo y señala los niveles de status que la sociedad desea, anhela o aspira alcanzar; aunque dicho Estilo de vida para mantenerse requiera de grandes consumos de energía, por ello, el concepto de sustentabilidad depende más de éste que de la calidad de vida, no se esperan disminuir los parámetros de calidad de vida, sino el objetivo es, cómo re-educar a la sociedad para nivelar de manera global las aspiraciones implícitas en el estilo de vida, cuando la mercadotecnia e industria buscan totalmente lo contrario para seguir creciendo y generando riqueza, aquí es donde chocan los conceptos de sostenibilidad y sustentabilidad con la realidad.



### CAPITULO III. MARCO CONTEXTUAL

Como conejos se reproducen los nuevos tecnócratas del medio ambiente. Los expertos generan expertos y más expertos que se ocupan de envolver el tema en el papel celofán de la ambigüedad. Ellos fabrican el brumoso lenguaje de las exhortaciones al "sacrificio de todos" en las declaraciones de los gobiernos y en los solemnes acuerdos internacionales que nadie cumple. El lenguaje oficial ahoga la realidad para otorgar impunidad a la sociedad de consumo, a quienes la imponen por modelo en nombre del desarrollo y a las grandes empresas que le sacan el jugo.

Eduardo Galeano

La consolidación de la Sociedad del Conocimiento a partir del desarrollo de los sistemas de información y comunicaciones, que originaron inicialmente a la Sociedad de la Información --poseían la información pero no distinguían para qué servía--, a diferencia de emplear la información en beneficio del poseedor -- conocimiento--, se ha vuelto más demandante, sobre todo cuando percibe que los cambios climáticos evidentes a partir de hace una década, son en su perjuicio y seguridad.

Los procesos de globalización e internacionalización cada vez tienen mayor incidencia en la toma de decisiones aun en los países en vías de desarrollo, la degradación ambiental es cada día más notoria y cercana, esto origina que las sociedades demanden soluciones óptimas y que contribuyan a ya no seguir destruyendo al planeta, a ver por las próximas generaciones, pero no a detener el desarrollo al que aspiran todas las sociedades actuales.

La Arquitectura, como encargada de la generación de los conjuntos edilicios que contienen a las actividades de los seres humanos, desde el habitar, trabajar, recrear y circular, es sumamente visible y evidente su influencia sobre el medio, por ello su diseño, construcción, operación y reciclaje, en los últimos años ha

recibido mayor atención por parte de los grupos interesados en lo sustentable y lo sostenible; generando diversas propuestas para atender y minorar el impacto del ser humano sobre el ambiente y sus recursos; ha propuesto soluciones ligadas a los términos económicos, pues de esta manera es más fácil hacer accesibles y convincentes las propuestas, pero en la realidad se ha caído en el greenwash, hacer creer que todo es sustentable, lo que es una falacia y solo ocasionará gastos mayores para las sociedades, serán éstas quienes desde una postura crítica y a partir de los conocimientos genere las bases sólidas para su desarrollo y conservación como especie.

### **III.1 Sustentabilidad arquitectónica en Europa, City Hall de Londres de N. Foster**

La Gran Autoridad Londinense (Great London Authority, GLA), como también es conocido el edificio, se denota por su forma curvada e inclinaciones que forman los parte-soles por piso, diseñado para minimizar la superficie expuesta al sol directo. Obviamente es una estructura High Tech, que simboliza un nuevo progreso y una nueva agenda, ahorrar energía. El edificio posee 20,650 pies cuadrados (1,858.68 m<sup>2</sup>) y tuvo un costo de 43 millones de Libras esterlinas (\$64 mdd o \$864 mdp a noviembre 2011), remplazó al edificio del Ayuntamiento del Gran Concejo Londinense, diseñado por Ralph Knott y construido en 1922 (Merkel, 2003).

Tony Blair siendo ministro de la Gran Bretaña, invitó a un concurso para la localización, diseño y construcción de una nueva agencia que renaciera la operatividad pública, fuera un símbolo de la ciudad y liderara en iluminación y sustentabilidad. Los ganadores fueron el equipo CIT, encabezado por Norman Foster y Asociados, y Arup Ingenieros.

El equipo seleccionó un predio de 3.6 acres (14,568.66 m<sup>2</sup>), en el banco Sur del Támesis, frente al Londres tradicional y específicamente, la Torre y el Puente

de Londres, edificios emblemáticos e históricos de la ciudad. El predio había sido limpiado en 1980 para el London Bridge City 2, área empleada y deseada por muchas instituciones, como la Galería Tate, en la que se iba a colocar “the Wheel” (La Rueda) y denominada oficialmente como The British Airway London Eye, diseñada por los arquitectos David Marks y Julia Banfield para los festejos del milenio. El nuevo equipo denominó al sitio como More London (Más Londres), y planeó nueve edificios, conteniendo un total de 2.4 millones de pies cuadrados de construcción, todos diseñados por Foster; entre ellos, el centro comercial más grande de la ciudad, teatro, anfiteatro, el ayuntamiento, estacionamiento y restaurantes; el proyecto incluye viejos edificios que serán remodelados y reusados (Merkel, 2003).



Imágenes de la zona Sur de Londres. Fuente Google Earth 2010



Imágenes de la zona Sur de Londres. Fuente Google Earth 2010



Contexto y entorno del City Hall de Londres.

### **III.2 Sustentabilidad arquitectónica en Norteamérica, Edificio de la Academia de las Ciencias, Cal.**

Durante la década de 1860, los planes se pusieron en movimiento para transformar la arena y las dunas de la costa desolada que decoraban San Francisco en un parque utilizable, invitando para el disfrute de todos. En 1870, un ingeniero de campo llamado William Hammond Hill, organizó una encuesta y desarrolló un mapa topográfico que sirvió como modelo para el sitio del nuevo parque. Un año más tarde, se le consideró comisario del proyecto. En un principio, tres cuartas partes del parque estuvieron cubiertos de dunas de mar, pero pronto fueron cubiertas con plantaciones de árboles diferentes. En 1875, el área floreció con cerca de 60.000 árboles, como el eucalipto goma azul y el pino de Monterey. Cuatro años más tarde, 155.000 árboles se colocaron en más de 1.000 hectáreas de terreno. En 1903, los molinos de viento holandeses encontraron su hogar en el extremo occidental del parque, con un derecho inicial para el bombeo de agua, vital para la vida en todo el parque.

A lo largo de los años, el Golden Gate Park ha visto el establecimiento de una gran variedad de atracciones interesantes y entretenidas. Para nombrar a unas pocas, el Jardín de Té Japonés, dio la bienvenida a los visitantes después de que sirvió de pabellón en la Exposición Internacional de 1894. Los planes para el San Francisco en el Jardín Botánico Arboretum Strybing se realizaron durante la

década de 1890, pero la siembra se estancó debido a la falta de fondos suficientes, hasta 1937 en que se obtuvieron estos. Donaciones locales han ayudado a colocar el parque en el mapa. El De Young Museum, fue construido en 1921 y desde entonces ha sido renovado completamente, y su nueva adquisición museística a partir del 2008, la Academia de Ciencias de California (Gate, 2009).

La Academia de Ciencias de California fue fundada en 1868, ocupó diversos edificios en la ciudad, arribando en 1916 al Golden Gate Park, hasta el 2005 en que se derribó el edificio por los daños sufridos en el terremoto de Loma Prieta de 1989.

El nuevo edificio de la Academia se construyó entre 2005-2008, pero incluye 10 años de planeación y más de \$-500 mdd de inversión, cuenta con 112,000 m<sup>2</sup> de construcción, y fue diseñado por el premio Pritzker, el arquitecto italiano, Renzo Piano. Es el edificio público a nivel internacional, más grande que ha recibido la certificación LEED Platinum, por:

- 90% de los materiales producto de la demolición fueron reciclados
- 32,000 toneladas de arena de la excavación se emplearon para regenerar las dunas del parque
- 95% del acero de la construcción es reciclado
- 15% de cenizas de combustión de productos forman el 35% del concreto empleado en la construcción
- 50% de la madera empleada es de bosques sostenibles
- 68% del aislamiento térmico del edificio proviene de reciclar la mezclilla de pantalones jeans
- 90% de las oficinas cuentan con iluminación y ventilación natural
- Posee 60,000 paneles fotovoltaicos que producen 213,000 kWh
- Consume 30% menos de la energía señalada por el código federal
- Techo verde de 197,000 pies cuadrados y 1.7 millones de plantas nativas

Con base en lo anterior, el 7 de octubre del 2008 recibió la certificación LEED, obteniendo 54 puntos en total de 80 (California, 2010).



Imágenes del Golden Gate Park en San Francisco, Cal. Fuente: Google Earth 2010



Entorno de la Academia de las Ciencias de California y vista interior

### III.3 Sustentabilidad arquitectónica en México,

En México ha habido un desfase entre la emisión de la legislación ambiental y la creación de instituciones que tuvieran como prioridad la aplicación de esta legislación. La primera ley de carácter ambiental en nuestro país fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental publicada en 1971, cuya administración estaba a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

En el Diario Oficial de la Federación del 11 de enero de 1982 se publicó la Ley Federal de Protección al Ambiente y cinco años más tarde, el 28 de enero de 1988, se emite a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En 1994 se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), con lo cual se integran bajo el mismo sector los recursos naturales, la biodiversidad, la atención a los residuos peligrosos y a los problemas ambientales urbano industriales. La SEMARNAP publica el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995-2000 cuyo objetivo general era frenar las tendencias de deterioro del medio ambiente y promover el desarrollo económico y social con criterios de sustentabilidad. Se planteaba hacer operativo y viable este Programa a partir de un conjunto de instrumentos de *política ambiental*. Los instrumentos de política ambiental se traducían en quince estrategias que incluían: 1) protección de áreas naturales, 2) regulación directa de la vida silvestre, 3) ordenamiento ecológico del territorio, 4) evaluación del impacto ambiental, 5) estudios de riesgo, 6) *normas oficiales mexicanas*, 7) regulación directa de materiales y residuos peligrosos, 8) evaluación de riesgo, 9) regulación directa de actividades industriales, 10) autorregulación, 11) auditorías ambientales, 12) *instrumentos económicos*, 13) criterios ecológicos, 14) información ambiental, educación e investigación y 15) convenios, acuerdos y participación.

En el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 se menciona diez *instrumentos económicos* a los cuales se les atribuyen una serie de ventajas que contrastan con su inexistencia o con la pobreza de su aplicación en la práctica. Los instrumentos mencionados son: 1) impuestos y derechos ambientales, 2) mercados de derechos transferibles, 3) sobrepagos para generar fondos en fideicomiso, 4) sistemas de depósito-rembolso, 5) fianzas y seguros, 6) derechos de uso de recursos e infraestructura, 7) contratos privados, 8) licitaciones en el sector público, 9) derechos de propiedad y 10) concesiones. En la práctica, los instrumentos económicos aplicados a la solución de problemas ambientales son mínimos y pertenecen al ámbito de la política tributaria y de precios y tarifas. Los instrumentos que representan un estímulo al cumplimiento ambiental se limitan a

los contribuyentes mayores del sector industrial. Estos instrumentos son (Budedo, 1997, Urquidi, 1996):

- Un incentivo fiscal (creado en 1996) que consiste en deducir el 100% del monto de las inversiones en equipo para prevenir y controlar la contaminación ambiental y la destinada a la conversión de los equipos a consumo de gas natural. Es aplicable sólo a causantes mayores y a inversiones realizadas fuera de las zonas metropolitanas del D.F., Guadalajara y Monterrey,
- La exención arancelaria para el sector industrial en la importación de maquinaria para el control de la contaminación; este beneficio no ha sido extendido al sector agropecuario,
- En contraste, los instrumentos que representan un cargo por incumplimiento ambiental son de aplicación general:
- El pago de un derecho por el uso de cuerpos de agua y terrenos nacionales como cuerpos receptores de aguas residuales.

La relevancia de la elaboración y expedición de normas como pilares de la política ecológica se consigna en el apartado sobre Política ambiental del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, donde se señaló que la estrategia de política ambiental se basa en la regulación del ambiente, esto es, en “consolidar e integrar la normatividad y en garantizar su cumplimiento”.

El Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. Casi un año después de haber entrado en funciones la nueva administración (2000-2006), la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publica en septiembre de 2001 el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. El nuevo Programa contiene un diagnóstico de la situación ambiental en el país, una propuesta de cambio en la política y la gestión ambiental e incorpora, por primera vez, los programas operativos de los órganos desconcentrados de la SEMARNAT, la Comisión Nacional del Agua (CNA), la



Comisión Nacional Forestal y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

La legislación ambiental mexicana es relativamente joven. La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se publica en 1988 y partir de esa fecha se ha modificado en concordancia con los cambios en la Ley de la Administración Pública, con las necesidades de ampliar, profundizar y hacer más eficiente las acciones en materia de protección ambiental y con el objetivo de reforzar el proceso de federalización a través de la descentralización de las funciones de la administración pública. La LGEEPA tiene cuatro reglamentos:

- En Materia de Impacto Ambiental
- En Materia de Residuos Peligrosos
- En Materia de Evaluación del Impacto Ambiental
- En Materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica

Con excepción del recurso agua, la función de inspección y fiscalización del cumplimiento de la LGEEPA recae en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En el caso de las leyes ecológicas estatales, esta función está a cargo de las procuradurías estatales.

A partir de la entrada en vigor de la Ley Federal de Metrología y Normalización, tiene lugar un proceso de elaboración de normas en diversos campos de la actividad productiva y de sustitución de las anteriores normas técnicas por Normas Oficiales Mexicanas (NOM). En el área de la sustentabilidad destacan:

NOM-007-ENER-2004, eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

NOM-008-ENER-2001, eficiencia energética en edificaciones envolventes de edificios no residenciales.

## CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA Y VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La ciencia, a pesar de sus progresos increíbles, no puede ni podrá nunca explicarlo todo. Cada vez ganará nuevas zonas a lo que hoy parece inexplicable, pero las rayas fronterizas del saber, por muy lejos que se eleven, tendrán siempre delante un infinito.

Gregorio Marañón

Se seleccionan dos ejemplos de edificios que han obtenido la certificación máxima por cada uno de los sistemas internacionales de evaluación que son BREEAM y LEED. Para investigar sus características y evaluar los resultados obtenidos dentro del concepto de Arquitectura Sustentable. El primero de ellos es el City Hall de Londres, nuevo ayuntamiento del Centro Histórico de Londres, que tiene una década de antigüedad y por ello ya fue reanalizado, --la recertificación se produce cada 5 años--, pues la certificación inicial se brinda a partir del proyecto y las características que posee, las recertificaciones miden el comportamiento y el cubrir lo planteado en el proyecto. El segundo ejemplo es el nuevo edificio para la Academia de Ciencias de California, edificio edificado en San Francisco e inaugurado en 2008, por lo que aun no entra en proceso de recertificación. No se consideraron edificios en México porque existen algunos ejemplos, pero son certificados con base a LEED y los indicadores norteamericanos, por ello no se planteó el análisis.

### IV.1 Estudio de Casos

El Estudio de Caso es el método de investigación seleccionado por sus características particularistas, descriptivas y heurísticas (Sampieri, 2011). Para llevarlo a cabo se requieren definir (Ander Egg, 2004) los siguientes elementos:

- Concepto
- Variables
- Indicadores
- Parámetros o índices

El concepto es el contenido semántico o significado de los signos lingüísticos y de las imágenes mentales (Corbeta, 2003:81). Para esta investigación el concepto en estudio es SUSTENTABILIDAD en Arquitectura.

Las variables a investigar y analizar serán:

- Construcción de bajo impacto ambiental
- Incorporación de ecotécnicas al diseño
- Reducción de costos de operación
- Administración ecológica

Los indicadores seleccionados para cada una de las variables son los siguientes:

Construcción de bajo impacto ambiental:

- Consideración de las preexistencias ambientales
- Principios de bioclimatismo desarrollados en el diseño
- Bío-construcción

Incorporación de ecotécnicas al diseño

- Ecotécnicas pasivas
- Ecotécnicas activas

Reducción de costos de operación

- Sistemas de ahorro energético
- Optimización del uso del agua
- Generación de carbono

Administración ecológica

- Normas de control
- Procesos de mejora continua

Los parámetros o índices serán

Valor	Designación	Significado
+5	<b>Excelente</b>	El elemento analizado posee características adecuadas de diseño y construcción haciendo eficiente al 100% al objeto
+4	<b>Bien</b>	El elemento presenta cierta problemática para cumplir, la eficacia es del 90%
+3	<b>Aceptable</b>	Existen deficiencias pero en general es adecuada la solución presentada, eficacia del 80%
+2	<b>Regular</b>	Son más las deficiencias que los aciertos pero es funcional para el conjunto, eficacia del 70%
+1	<b>Condicionado</b>	Las deficiencias son mayores, ponen en riesgo la evaluación, la eficacia es menor del 60%
0	<b>Sin incidencia</b>	No tiene incidencia en los aspectos evaluados
-1	<b>Malo</b>	Son notorias las deficiencias y afectan la eficacia del objeto
-2	<b>Extremadamente Malo</b>	Las deficiencias son notables y afectan la eficacia del diseño y la construcción del objeto
-3	<b>Pésimo</b>	No son aceptables las deficiencias porque ponen en riesgo al objeto evaluado

Indicadores para conclusión

%	Indicadores finales del proyecto arquitectónico
91 a 100	Excelente proyecto arquitectónico
81 a 90	Buen proyecto arquitectónico
70 a 80	Regular proyecto arquitectónico
< 70	Proyecto arquitectónico deficiente e inaceptable en diseño y construcción

## IV.2 Registro de casos

El edificio de la Academia de Ciencias de California, recibió la certificación LEED Platinum, en 2009, aun no realiza su estudio de recertificación ya que este se realiza cada 5 años y apenas cumple 4 años de funcionamiento.

El otro objeto de estudio es el edificio City Hall de Londres, obra del arquitecto Norman Foster y Asociados, del año 2002, dicha obra fue certificada por el BREEAM con su máxima categoría, --Excellent--, siendo considerada una obra de Arquitectura Sustentable.

La obra se seleccionó como estudio de caso debido a su certificación obtenida, lo que significa que debe contar con todos los elementos necesarios para considerarse sustentable. Su evaluación representa el poder constatar la veracidad del hecho, si las bases planificadas realmente se han comportado como fueron diseñadas y podrá brindar elementos de juicio para determinar los grados de cumplimiento de cada uno de sus elementos constituyentes, así como el comportamiento de los mismos y los aportes reales que permitan considerar al edificio parte de la arquitectura sustentable.

El estudio se realizó en dos etapas, la primera de ellas consistió en una investigación documental con información acerca del edificio y la segunda, fue una visita al edificio en el mes de enero del 2012 para corroborar de manera personal los datos obtenidos y percibir el espacio, la forma, sus tecnologías y su uso.

### **IV.3 Investigación documental**

#### **Academia de Ciencias de California, San Francisco, Cal.**

Se realiza la traducción del artículo realizado por Clifford A. Pearson y publicado en la revista Architectural Record 01/2009, con el título “**Renzo Piano designs a living, breathing building in San Francisco’s Golden Gate Park for the California Academy of Sciences**”, Renzo Piano diseña un edificio viviente que respira en el Parque Golden Gate en San Francisco.



El edificio posee una forma rectangular con frente hacia el Norte, el funcionamiento se da por la forma cruciforme en el interior desde una plaza central de vestíbulo, radiando los pasillos. Sobresalen las dos grandes esferas que contienen el Planetarium y la selva de bosque lluvioso, en el techo se aprecian siete colinas que recuerdan la topografía de San Francisco y está ocupado por una azotea verde con especie típicas de la zona que capta el agua de lluvia y es un aislamiento térmico para la academia.

“Renzo Piano llamó a su nuevo edificio para la Academia de Ciencias una “suave máquina”. Piano y su equipo (RPBW), concibieron un proyecto de 410,000 pies cuadrados (45,555 m<sup>2</sup>) como manifestación de la misión de la Academia, estudiar, almacenar y exhibir las maravillas de las ciencias naturales. “Su máquina para preservar la naturaleza”, dijo Piano. Gran idea, Pero esta es un gran máquina localizada en el Parque Golden Gate que requiere la participación de gran cantidad de gente: garantizar los 10 años de vida que los niños han visto a los pingüinos, 40 años de trabajos de ictiología y las vivencias de la romántica plaza adjunta llamada Explanada de la Música.

Parte museo y parte institución de investigación y guardado. La academia ocupa el lugar de su predecesor –un complejo de 11 edificios erigido entre 1916 a 1976 y dañado más allá de su reparación por el terremoto de Loma Prieta de 1989.

Los bocetos originales de Piano muestran secciones de un largo y ondulado techo: donde se localizan grandes elementos programados, subiendo para contener a estos y donde menos es necesario bajan, como algo tan orgánico. “Al inicio quería hacer una estructura como una estructura de madera, como la quilla de un barco” él explica. Finalmente fue hecho de acero, en parte para limitar el número de árboles que talar. Desde el inicio Piano colaboró con Chong Partners

(ahora Stantec), llevando diseñadores de San Francisco a su taller en Génova por ciertos periodos.



Gran esfera de cristal y aluminio que contiene al bosque lluvioso viviente, recibe iluminación natural a través de las claraboyas que automáticamente se opera su apertura permitiendo el intercambio y ventilación de aire. Tuvo que resolverse la estabilidad de la tierra sobre los costados de la azotea verde pues la inclinación es bastante y la tierra se bajaba. (Fuente: internet)

Piano vio el techo como una metáfora del proyecto. “Lo vi como la topografía” él comenta. “la idea fue cortar un pedazo del parque y ponerlo a 35 pies sobre el suelo y entonces excavar en túnel el espacio”. Desde el inicio, él concibió una azotea verde que fuera una extensión del parque y sirviera de aislamiento térmico a los espacios de abajo. “la arquitectural del siglo XXI debe estar bajo la sustentabilidad” él acierta a decir. “Esto no es algo moralista, es simplemente como debe ser la arquitectura”.

Para una institución devota de las ciencias naturales, resulta ser una actitud importante. El edificio que recibió el LEED Platinum después de la apertura en el mes de septiembre, empleó un rango no precisado de estrategias verdes, incluyendo el reciclaje del 90% del producto de la demolición del viejo edificio. El uso de material reciclado para todas las estructuras de acero; incorporando aislamiento hecho de mezclilla reciclada; empleando sistemas de recuperación de calor y calor generado con equipos fabricados por HVAC, utilizando calefacción por piso. Garantizando que las áreas a ocupar reciban el 90% de iluminación natural; ventilación natural casi en todo el edificio y reducción de las necesidades de agua potable al usar el servicio municipal de agua de San Francisco.



La plaza central o vestíbulo está cubierta por una telaraña de cristal y acero y permite la iluminación y ventilación natural en la zona central del edificio. La marquesina perimetral al edificio genera una zona sombreada de transición entre el interior y el exterior y soporta a las celdas fotoeléctricas que generan el 5% de la energía consumida por el edificio. (Fuente: internet)

La azotea verde, la cual sobresale por sus siete colinas, juega un papel crítico en la sustentabilidad del edificio, reduce las pérdidas del agua de tormentas en un 98%, proporciona aislamiento térmico y crea 2.5 acres de hábitat para 1.7 millones de plantas nativas y toda clase de insectos y aves. Las ondulaciones del techo incorporan paneles de cristal sobre la parte central de plaza o vestíbulo y mirillas circulares en las colinas, las cuales se controlan a través de un sistema automatizado, todas abren y cierran para la ventilación natural de los espacios debajo. Una marquesina solar se envuelve en el perímetro del edificio y contiene más de 55,000 celdas fotovoltaicas que generan 213,000 Kw/hr cada año (por lo menos el 5% de las necesidades energéticas de la academia). De acuerdo con Arup, quien brindó los servicios de consulta acerca de la sustentabilidad, tan bien como calculista de la estructura y servicios de ingeniería, el edificio consumirá menos del 30 al 35% de energía de lo señalado en el código de construcción de California.

Para soportar la azotea verde, RPBW diseñó cuatro estructuras de albañilería, --una en cada esquina--, incorporando dos de los muros de caliza Neoclásica de la academia original, al noreste y dos de concreto armado en las otras dos. Aunque no de inmediato, aparece la memoria en la moderna máquina – la simetría Neoclásica y la esbeltez, en las columnas de acero en la sala hipóstila en cada fachada. Dentro, la plaza central, parcialmente cubierta por la telaraña de



cristal—rememora el antiguo patio de la vieja academia, mientras recrea la bóveda de cañón de la Sala Africana y el arquería con columnas dórica de Steinhart sirven como piedras basales para el regreso de los visitantes.

El público entra al edificio por el norte a través de una escalinata, mientras que los trabajadores de la academia acceden por un pequeño puente que salva un barranco al sur. El barranco se conservó para permitir la iluminación natural de las dos plantas que existen en el sótano. La marquesina perimetral al edificio proporciona un espacio de transición sombreado entre el interior y el exterior y convierte los rayos del sol en electricidad. “Funciona como las hojas de los árboles” explica Piano. Al oeste, una escultura de Maya Lin ayuda a enlazar el edificio con el parque. Una segunda pieza de la misma autora se colocará al este en 2009, en el día de la Tierra.

En la estructura del noreste, el arquitecto reinsertó la reconstrucción de la Sala africana, con sus dioramas originales; al noroeste colocó el café y la tienda del museo. El sureste y suroeste se ocupa para contener las oficinas administrativas, con el objetivo de que los visitantes perciban que es más que un museo, que se realizan investigaciones y consultas. Entre las obras de albañilería reconstruidas en cada esquina, RPBW creó un par de enormes salas de exhibición que rodean a la plaza central y se separan de ella por medio de muros de cristal estructural. La luz natural y la ventilación entran a través de los muros de cristal de 35 pies de altura.

Ancladas a las salas, hay dos esferas de 90 pies de diámetro (30 metros), una revestida de aluminio, el nuevo planetarium Morrison y una rampa de acero en la otra esfera crea cuatro niveles de exhibición en el bosque lluvioso, rampa desarrollada por una empresa que diseña y construye montañas rusas. Excavaron un túnel por debajo de la plaza central que corre por debajo de cada una de las esferas. El enorme tanque del Aquarium Steinhart se visita al mismo tiempo que se recorre el túnel, con vistas del mundo submarino lleno de tiburones, peces y el arrecife de coral más grande del mundo. La luz que ingresa por la plaza central y

los andadores periféricos proveen suficiente iluminación natural para mantener a los animales marinos felices y vivos.



El acuario se localiza entorno al planetario, recibe luz natural y une por un túnel la parte inferior de las dos grandes esferas, su recorrido permite conocer diversas especies de peces y se visita el arrecife de coral artificial más grande del mundo. (Fuente: internet)

“En el pasado, los museos de ciencias fueron reinos de la oscuridad” sentenció Piano. “Tu paseabas desde una galería oscura a otra viendo a los dinosaurios y los estáticos dioramas”. En la Academia de Ciencias, la luz inunda los grandes espacios, cambiando la experiencia del visitante desde sentirse en un senderismo a través de las junglas de la ciencia y surfear en los mares del conocimiento. Por necesidad, el planetarium y la Sala africana, no cuentan con luz natural, pero ellos son la excepción.

La academia me hace recordar un proyecto de una esfera en un palacio en Londres que no se realizó en 1961. Una gigante esfera de cristal y acero para contener una suerte de actividades de entretenimientos. Mientras la academia no tenga grúas a la vista, Price visionará su palacio prefabricado de componentes y módulos de exhibiciones rotantes y su azotea verde que cambia de color y características con las estaciones. En lugares, el edificio de la academia pareciera acomodarse y relacionarse con un pasado forzado, la arquería de Steinhart no está realmente en su sitio original, ocupa un nuevo sitio, como en el lago de los cisnes, es un acto de preservación artificial. Pero el programa del edificio incluye la noción de una “suave” máquina planteada por Piano.

Explicando su reacción frente al edificio concluido, Piano dijo: él estaba nervioso cuando visito el patio de observación en la azotea verde. “Estaba arriba con mi hijo y vi la luz del sol como penetraba en el edificio. Fue como mirar a un animal que viene a la vida y respira”.

La siguiente tabla (Tabla 1), permite visualizar de manera concentrada los aportes del proyecto para lograr lo sustentable desde una visión analítica.

<b>Tabla 1</b>				
<b>Análisis de elementos arquitectónicos positivos y negativos para la sustentabilidad del proyecto</b>				
<b>Aspecto</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Características</b>	<b>Aporte a la sustentabilidad</b>	<b>Aporte</b>
<b>Formal</b>	Plantas y alzados arquitectónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura del paradigma de los museos de ciencias naturales</li> <li>• Es un edificio aislado de planta rectangular, de sencilla composición, con fachada principal orientada al NW (Eje transversal NW-SE y longitudinal NE-SW)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin incidencia</li> <li>• Sin incidencia</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La envolvente posee predominio del macizo sobre el vano, estos últimos se localizan al centro de las fachadas y son los remates de los ejes perceptuales compositivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento térmico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobresale la marquesina entorno al edificio, la cual descansa sobre una columnata muy esbelta de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce soleamiento en ventanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vanos van de piso a techo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• El espacio interior se organiza a través de una distribución cruciforme que secciona en cuatro al espacio interior</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin incidencia</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>La sección central se conforma por el vestíbulo o patio que presenta iluminación cenital a través de una telaraña de cristal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminación y ventilación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>La forma se acopla a la topografía, al SE existe una pequeña barranca que se conservó para brindar iluminación a los pisos inferiores de servicios e investigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación del ecosistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
	Cubierta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parte expresiva del proyecto, contiene una azotea verde ondulada con especies del sitio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento térmico</li> <li>Regeneración del ecosistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta discontinuidades amplias y reducidas ocupadas por claraboyas y telarañas de cristal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Claraboyas automatizadas para su apertura y cierre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
<b>Espacial</b>	Localización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento del mismo emplazamiento de la academia anterior dentro del parque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservación del medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
	Espacio interior	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplitud y adaptación al cambio de uso por medio del diseño del espacio fluido y continuo en los ejes X, Y, Z</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin incidencia</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento de diversas escalas enfocadas a los eventos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin incidencia</li> </ul>
<b>Funcional</b>	Máquina ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Captura de humedad (76% promedio anual) y precipitación pluvial (500.4 mm/año) por azotea verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilización del agua pluvial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo pero Baja sostenibilidad</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Captura de carbono con azotea verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
<b>Estructura</b>	Portante	<ul style="list-style-type: none"> <li>95% del acero empleado era reciclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huella ecológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
	Cubierta	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grandes traveses de acero para salvar los claros y soportar la azotea verde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huella ecológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>

	Cimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>El 35% del concreto empleado se adicionó con cenizas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposición de desechos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
<b>Tecnología</b>	Energía renovable	<ul style="list-style-type: none"> <li>60,000 paneles fotovoltaicos que producen 213,000 kW al año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de energía renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
	Ventilación natural automatizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Claraboyas automatizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
	Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del 30% del uso de la energía eléctrica</li> <li>5% de electricidad auto producida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro energético</li> <li>Producción de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> <li>Baja eficiencia</li> </ul>
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza el agua de la red pública de la ciudad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización del uso del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
<b>Costo</b>	Metro cuadrado construido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuvo un costo aproximado a los US500 millones de dólares (\$-137,196.00Mx/m<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de lo sustentable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negativo</li> </ul>

## City Hall de Londres

**Along the Thames. Foster and Partners puts a new twist on government and gives green a different shape with the highly accessible London City Hall** (Merkel, 2003). (A lo largo del Támesis, Foster y Asociados ponen un Nuevo giro al gobierno dando verdor con una forma diferente y gran accesibilidad, City Hall de Londres). Así se titula el artículo publicado en la revista Architectural Record 02/2003, que realizó Jayne Merkel para presentar la obra, el cual se traduce a continuación.

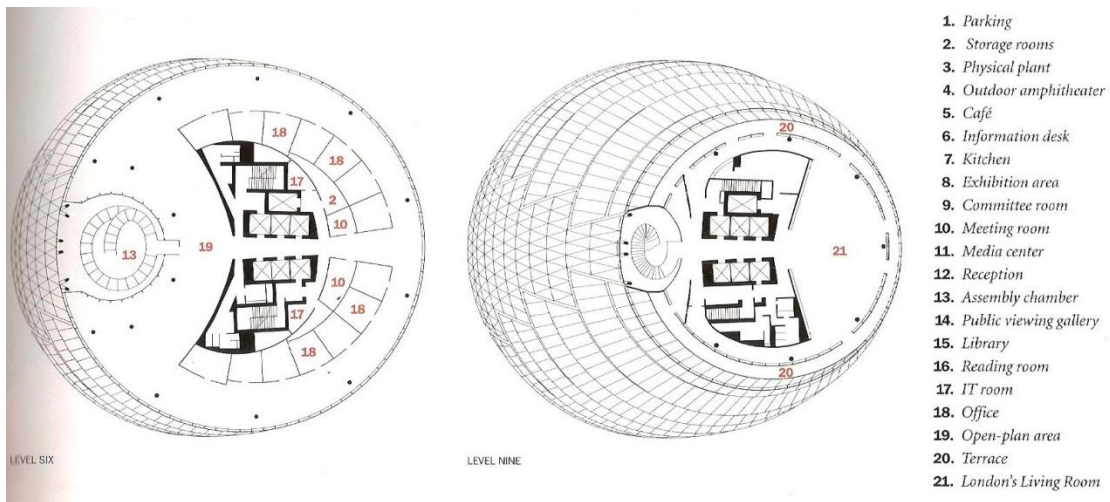


Fuente: Buscando la forma de lo verde

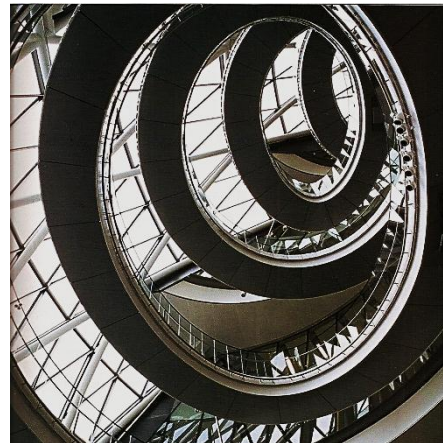
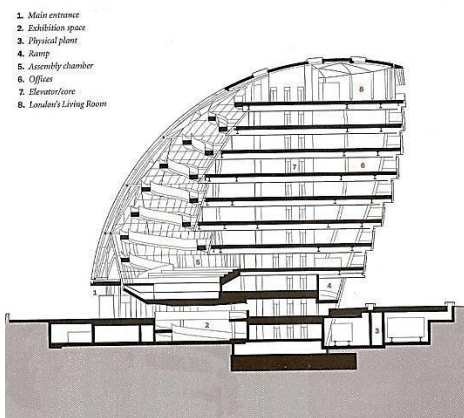
Foster y Asociados diseñan el City Hall de Londres

“Nunca un edificio se ha anunciado al mundo como la emergencia de un nuevo día, el nuevo City Hall de Londres de Foster y Asociados, hace eso con una

claridad no vista en una construcción urbana en ese país desde hace bastante tiempo. El gran, brillante, huevo de acero y cristal se ve como el domo del Reichstag de Berlín (el cual Foster también diseñó) ha hilado, acumulando vapor, y aterrizando en el banco del Támesis con tal fuerza que su inclinación ha incendiado la Tierra.



Fuente: Architectural Record 02/2003: 114-115



Fuente: Architectural Record 02/2003: 114-115

Un examen de cerca, al Greater London Authority (GLA), como el edificio también es conocido, es aun extraño –una torre curvada en su interior y sobre su costado, desfasándose y elevándose en el otro, prominencias poco planas desde algunas perspectivas, semejando como la parte posterior de la oreja de un gato y diferenciando una de la otra fachada. Su forma fue ideada para minimizar la superficie expuesta al sol directo mientras permite la luz del día. Las salientes del sur permiten sombrear por debajo de cada piso pero hace que la forma parezca un poco vivaracha. Las columnas de acero periféricas inclinadas, las cuales parecen estrecharse en cada nivel pero se flexionan hacia dentro de los pisos enchapados, manteniéndolos erectos.

En el lado norte, paneles triangulares transparentes abren la cámara de la Asamblea hacia el río. Hacia el Este, Oeste y Sur, donde las oficinas están localizadas, la superficie está compuesta por una cuadrícula en bandas de paneles de cristales triples preparadas para filtrar el calor, cegadas hacia el sol, y con ventilas operables. Las oficinas están enfriadas a través del plafón con vigas refrigeradas alimentadas con agua subterránea de Londres; en invierno, el agua se calienta lo suficiente para ser usada como calefacción. Juntos, estos sistemas reducen la carga energética del edificio un 75 por ciento, comparado con edificios de similar tamaño de oficinas localizadas en Londres.

La obvia alta tecnología constructiva, simboliza una nueva agenda progresiva, la conservación de energía es una importante parte de ella, aunque no sea aparente inmediatamente: No hay materiales naturales, ni masas térmicas pedregosas, paneles solares secundarios por fuera, u otros tipos de adiciones del diseño sustentable. Es bastante obvio que la cubierta de cristal, como en el domo del Reichstag de Berlín, permite mantener al gobierno observado por la literal transparencia –visibles a los ciudadanos. La mayor parte de la cubierta de cristal esta actualmente opaca, eso no es debido a los paneles de aluminio aislados que cubren tres cuartas partes de la superficie sino a unos delgados cristales que recubren la superficie. La apertura está realmente pensada. Los ciudadanos y aun los turistas, son bienvenidos. Ellos pueden caminar juntos y con los gobernantes

en la espaciosa plaza frente al Támesis que se accede a través de puertas giratorias dobles para acomodar a las grandes multitudes.

Una vez dentro, ellos encuentran un espacioso atrial circular con una gigantesca maqueta de la ciudad para explorar. Una rampa gentilmente desarrollada, similar a la que presenta el domo del Reichstag (la cual tiene el tamaño de todo el edificio) pero más funcional, estructura en espiral, proporciona vistas hacia la cámara de la Asamblea en uno de sus lados y en los otros las oficinas de las autoridades. Usted puede ver realmente trabajar a los gobernantes, de manera cercana. Al norte están las vistas de la ciudad de Londres y hacia el puente de la Torre, y la Torre de Londres, vistos como iconos de diferentes milenios, que ahí están.

Los 201,650 pies cuadrados fueron construidos con £-43 millones de libras esterlinas (US\$-63 millones de dólares). Reemplaza al enorme Greater London Council, ayuntamiento diseñado por Ralph Knotts y erigido en 1922 con gasto público, cuando los Thatcheristas disolvieron al Consejo izquierdista en 1986, ellos también vendieron el Ayuntamiento; estructura de piedra con un frontón clásico en la fachada ahora alberga un hotel, apartamentos, galerías y un acuario.

Cuando Tony Blair llegó al poder, él dijo que su gobierno representaba el regreso al “modernismo” implementando un comité para una red de seguridad social y buscar acercamientos. Pero él tenía que crear un lugar para operar las agencias renacidas, y ese lugar debía ser un símbolo visible de un liderazgo compasivo. Aunque la privatización estuvo (y está) en boga, el gobierno no puede simplemente construir un nuevo edificio –instantáneamente. Se citó a una competición de desarrolladores/arquitectos que permitió la entrada de propuestas tanto para la localización como para la forma del edificio. La conservación extraordinaria de energía fue alguno de los requerimientos. Los ganadores fueron los desarrolladores del Grupo CIT, con el arquitecto Foster y Asociados e ingenieros de Arup.

El equipo escogió un sitio de 3.6 acres sobre el banco sur que había sido limpiado en los 1980s para lo que fue entonces llamado London Bridges City 2



dentro del Plan Maestro de la Rivera Sur del río. Esta área había llegado a ser la más deseable por la Tate Modern y para la descomunal rueda (conocida por los londinenses como “The Wheel”), pero oficialmente denominada The British Airways London Eye, diseñada por los arquitectos David Marks & Julie Banfield y abierta hace pocos años. Se fue madurando para desarrollar el acceso a dos paradas del metro. El nuevo equipo renombró al sitio como More London y planteó nueve edificios conteniendo un total de 2.4 millones de pies cuadrados, todo para ser diseñado por Foster. Es el mayor desarrollo comercial en Londres en 15 años. Frente al City Hall habrá cuatro edificios para oficinas centrales, con tiendas y restaurantes, estacionamientos subterráneos, un hotel, un teatro, dos grandes plazas públicas de propiedad privada (pero pagada), área con andadores y un anfiteatro con 1,000 asientos.

Viejos edificios destartalados de la calle adjunta han sido renovados para usos mixtos y estarán conectados con el City Hall y sus nuevos vecinos, para ligar sus sitios con la traza urbana del pasado de Londres. Pero el City Hall por sí mismo habla al futuro de la manera que los edificios municipales americanos raramente lo hacen –o no se han tenido desde el Centro Cívico del Condado Marin, proyecto futurista de Frank Lloyd Wright para el norte de California en 1962.

En Londres, lo que usted ve ahora es ligereza –cristal y acero trabajados dinámicamente juntos para crear una estructura que, aunque poco familiar y atrevida, invita a su exploración y posibilita las interacciones. En la parte alta está un espacio con una terraza panorámica hacia la ciudad, llamada “London’s Living Room” , la cual puede ser ocupada por el público para exhibiciones y eventos. La cafetería en el atrio está abierta también al público. Y la carpeta lavanda de la cámara de la Asamblea en el segundo piso, está rodeada por una galería con isóptica para el público. Este espacio tiene tales condiciones de acústica adecuada que los exponentes no requieren micrófono; aun hablando bajo, las conversaciones son audibles en los niveles superiores de la rampa. Los 25 miembros de la Asamblea pueden sentarse en sillas ergonómicas de piel de ante gris que rodean una mesa de juntas de acero inoxidable, en la parte frontal aparece una delgada pantalla computarizada. James Bond, comería su corazón –

como los miembros de la AIA de Londres hicieron cuando ellos fueron sentados en esas sillas durante un tour el pasado otoño conducido por Bruce Curtain por parte de Foster y Asociados. Los arquitectos estuvieron tan fascinados por el City Hall que fue difícil que dejaran el sitio al finalizar la visita. La noche cayó durante la visita, pero el edificio resplandecía elegantemente como un gran final.

Falta para que el City Hall se integre como algo sensacional y las áreas de los alrededores se remodelen permanentemente para ser vistas. Por ahora, pone a los gobernantes bajo una luz favorable y mirando al futuro.”



Fotografías tomadas por el autor

Por otra parte, en los documentos para Educación Continua de la Architectural Record/ AIA, en la revista del 02/2003, publica el artículo **Technology and ingenuity contribute to energy-efficient performance** (Tecnología e ingenio contribuyen a desarrollar energía eficiente), de Sara Hart, que a continuación se traduce:

“La extraña belleza de la forma de huevo del Greater London Authority (GLA) de Foster y Asociados tiene mucho que hacer por la sustentabilidad como hace con el diseño arquitectónico. El arquitecto y su grupo de ingenieros, Arup, decidieron tempranamente que el edificio sería diseñado como una entidad de eficiencia energética, en oposición a las estructuras típicas que tienen dispositivos adicionados para eficientizar la energía posteriormente a la fase de diseño. Esto significa que el desarrollo por si mismo señala límites a las cargas de calefacción y enfriamiento. El resultado es un desarrollo espiral que conserva la energía. Una

esfera tiene un 25 por ciento menos superficie que un cubo del mismo volumen. Menos superficie equivale a menos ganancias caloríficas y de enfriamiento.

Arup modeló cada aspecto de la fachada para minimizar la transferencia de calor a través de las superficies externas. La máxima permitida de ganancia calórica por metro cuadrado de superficie externa del edificio fue determinante para la construcción y análisis de los modelos de ganancias y pérdidas calóricas. El uso de grandes paneles aislados combinados con el gran desarrollo de cristales esmerilados reduce el potencial de pérdida calórica, estas dos soluciones sitúan al edificio bien colocado en las regulaciones de construcción.

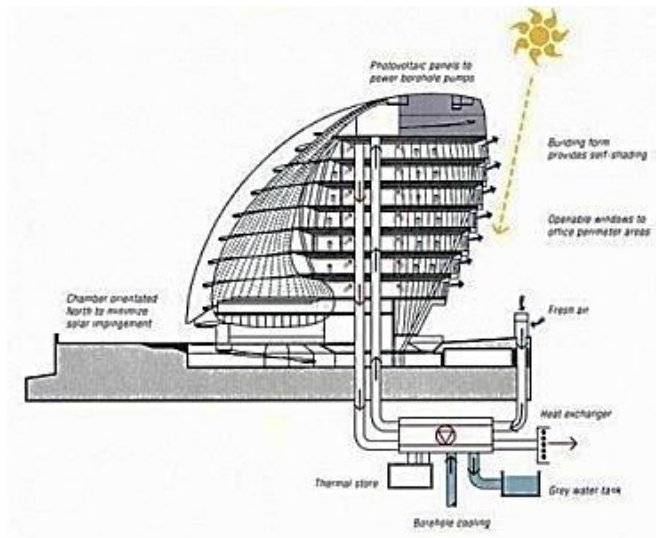
La estructura juega un mayor papel en la creación de la eficiencia e integración de los sistemas de trabajo. Una estructura reticular soporta a la fachada norte. Tuberías de agua caliente atraviesan horizontalmente las travesaños, con 12 pulgadas de diámetro, calientan el atrio y crean en esencia el mayor radiador de Londres. Estructura que dobla como plomería económica de sistemas integrados.

Además, el edificio en la parte sur está escalonado hacia dentro, proporcionando sombreado natural de la más intensa luz solar. En el lado norte, donde no hay luz solar directa, el acristalado es claro.

Cuando calentamiento es requerido, dos calentadores de gas generan agua caliente para usarse en los radiadores de las oficinas, en la cámara de debates y los pisos bajos del vestíbulo. El agua caliente corre a través de serpentines en torno a los ductos del aire para calentar éste. Para reducir la energía requerida para circular el agua alrededor del sistema, Arup seleccionó varias bombas de diversa velocidad, las cuales permiten incrementar o reducir el gasto dependiendo de la demanda.

El aire para ventilación entra a las oficinas a través rejillas en el piso. Ventiladores en la fachada proveen ventilación natural adicional. Cuando las ventilas están abiertas, los sistemas de calefacción y enfriamiento se desactivan. Durante invierno, el calor y la humedad serán recuperados del exterior y usado bajo

condiciones de ventilación usando dispositivos llamados ruedas termales higroscópicas (poseen la propiedad de absorber el agua).

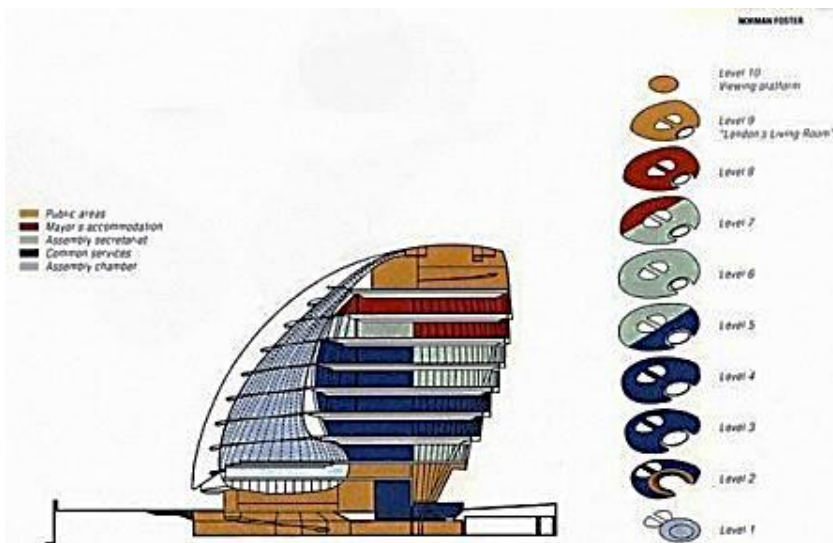


Esquema de suministro y utilización de agua potable y su uso para enfriar los sistemas de acondicionamiento del edificio. El agua se extrae a través de dos pozos del manto freático inferior del edificio y se bombea para su utilización en los servicios y en los serpentines que rodean a los ductos del aire acondicionado.

En el verano, la confortabilidad de las temperaturas internas será mantenida por enfriamiento radiante, con serpentines localizados en los plafones por los que circula agua subterránea. El agua subterránea es bombeada a una altura de 410 pies a una temperatura de 53 a 57 grados Fahrenheit de los acuíferos debajo del edificio vía dos tomas especialmente perforadas en el suelo. Esta agua fría subterránea es utilizada directamente en los serpentines que rodean los ductos de conducción del aire para refrescar enteramente al edificio.

El uso de estas fuentes naturales para el enfriamiento, reducen el consumo eléctrico y así ahorra dinero. Las perforaciones permiten el uso de menos energía que los serpentines convencionales y las torres de enfriamiento, y son menos caros para instalarse y mantenerse. Siguiendo la circulación del agua subterránea, el agua es usada para las descargas de los inodoros, reduciendo el consumo de agua potable.

Como se muestra, el confort medioambiental está determinado por el movimiento del aire, temperatura ambiente, humedad, aire interno y externo y la radiación solar. Los sistemas constructivos pueden ser optimizados solamente si los diseñadores entienden la interacción e interdependencia de cada uno de los sistemas entre sí. Arup, especialista en la ingeniería de flujos, a través de un proceso de análisis, prediciendo y controlando el movimiento de los fluidos usando modelos matemáticos y técnicas experimentales.



Esquema que muestra el movimiento del aire caliente y su ascenso y utilización para calentar los ductos del aire acondicionado y regresarlo a los niveles inferiores para calentar al edificio. El movimiento del aire caliente a través de estudios modelos computacionales permitió generar la forma del edificio.

Como propietarios constructores están realizando sistemas tan buenos como sus desarrollos consistentes. Las encuestas han indicado que un 75 por ciento de las construcciones en el Reino Unido están operando incorrectamente, tienen contratos de operación y mantenimiento incorrectos o están gastando dinero a través del uso ineficiente de la energía. Arup instrumentó un sofisticado Sistema de Administración de Edificios (BMS) para mantener y controlar las condiciones dentro del edificio del GLA. El BMS esta programado para maximizar el uso de sistemas ahorradores de energía y asegurar otros sistemas mecánicos eficientemente. Por ejemplo, la cámara y los salones del comité del edificio del GLA serán solamente enfriados cuando sea ocupado. Durante los máximos

térmicos de verano y la cámara no este en uso, grandes ventilas permitirán la ventilación natural. El BMS también controla el flujo y temperatura del aire que entra en la cámara y asegura que los ocupantes cuenten con la cantidad de aire fresco requerido.

Los expertos del medio ambiente de Arup continúan aplicando los desarrollos más allá del GLA. La firma esta trabajando cercanamente con el Alcalde de Londres, Ken Livingstone, y el GLA en los pasados dos años para desarrollar un conjunto comprensible de normas, políticas y propuestas que serán implementadas en la calidad del aire londinense. Estas medidas de orden y preocupaciones para fomentar una mejor práctica ambiental para los negocios y los nuevos desarrollos de inversión, factibles de reducir las emisiones en la zona (un área en la cual la contaminación vehicular está excluida)".

El edificio del City Hall de Londres ha cumplido sus primeros 10 años de existencia y su funcionamiento no ha sido todo lo que se planteó en el diseño, *The Guardian* publicó el 2 de octubre del 2008 un informe realizado a los edificios públicos ingleses, determinando que el GLA, después de ser sometido a un diagnóstico energético, presentó un Índice de Eficiencia Energética clasificado con una E, de una escala de la A a la G, donde la E significa que el edificio gasta entre un 100-110% de energía comparado con edificios similares en superficie y funcionamiento; asimismo, informaron que produce una emisión de CO<sub>2</sub> de 2,255 toneladas de carbono al año.

En años recientes el edificio ha sido designado de manera peyorativa como por el exalcalde Livingstone que lo nombró el "testículo de cristal", designado también como "la cebolla", o la "gónada de cristal", mote que le fue dado por el actual alcalde del Gran Londres.

En 2007 se colocaron al City Hall, 600 m<sup>2</sup> de paneles solares en la azotea del edificio, los cuales generan parte de la energía que requiere el edificio para su operación, en realidad, auto produce el 20% de su energía requerida, el 80% restante se suministra por las redes eléctricas convencionales.

**Tabla 2**

**Análisis de elementos arquitectónicos positivos y negativos para la sustentabilidad del proyecto**

Aspecto	Propuesta	Características	Aporte a la sustentabilidad	Aporte
<b>Formal</b>	Plantas y alzados arquitectónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto forma parte de un Plan de Revitalización del Centro Histórico de Londres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un edificio aislado de planta circular, con fachada principal orientada al norte cuyo alzado es ovoide inclinado hacia el sur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño bioclimático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>La fachada sur presenta desfases salientes en cada piso para generar sombreado al nivel inferior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño bioclimático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Seis niveles tienen forma de C para dar origen a un claustro abierto al norte para permitir que el aire caliente ascienda para su utilización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño bioclimático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>La envolvente es de paneles triples de cristal y acero,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento térmico</li> <li>Iluminación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventanas abatibles hacia el este, sur y oeste en área de oficinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ventilación natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Rampa en espiral comunica a todos los niveles</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sin incidencia</li> </ul>
<b>Espacial</b>	Localización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posición exenta del conjunto para recibir soleamiento por tres costados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soleamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positivo</li> </ul>
	Espacio interior	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solo el 40% del área construida es funcional, el claustro central reduce el espacio útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Democracia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
<b>Funcional</b>	Organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todo gira en torno a la sala de juntas del ayuntamiento, cabildo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Democracia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>

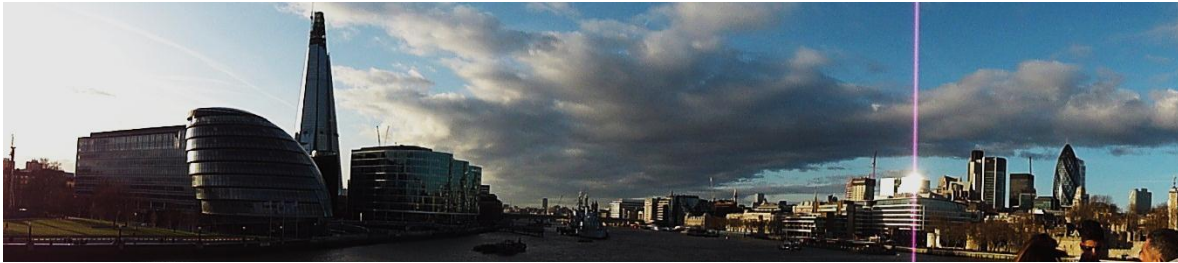
<b>Estructural</b>	Portante	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura de acero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huella ecológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negativo</li> </ul>
<b>Tecnología</b>	Energía renovable	<ul style="list-style-type: none"> <li>682.56 m<sup>2</sup> de paneles solares que generan 116,000 kW/año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de energía renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
	Acondicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>El aire caliente acumulado en el edificio se emplea para calentar a través de serpentines a los ductos de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calefacción pasiva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con dos calderas para satisfacer las necesidades de calentamiento del edificio en invierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de carbono y contaminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No sostenible</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>En verano se bombea agua del subsuelo a los serpentines para enfriar el aire de los ductos de ventilación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acondicionamiento pasivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negativo</li> </ul>
	Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo 110% de energía eléctrica comparable con edificios similares</li> <li>17% de electricidad auto producida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro energético</li> <li>Producción de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negativo</li> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza el agua del subsuelo para enfriar los ductos del aire y para uso en los servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimización del uso del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja sostenibilidad</li> </ul>
<b>Costo</b>	Metro cuadrado construido	<ul style="list-style-type: none"> <li>El monto de inversión del edificio fue de £-65 millones de libras (\$-96,000.00Mx/m<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de lo sustentable. sostenibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Negativo</li> </ul>

#### IV.4 Observación participante

Se viajó a la ciudad de Londres en el mes de enero del 2012 con el objetivo de visitar el edificio del City Hall. Se arribó al sitio del edificio caminando sobre el banco Sur del río Támesis, a través del Centro Comercial del conjunto More London; es una rambla amplia y muy bien conservada para uso peatonal que no es continua a lo largo del banco del río, en muchas ocasiones se encuentran obstáculos al peatón por los puentes vehiculares que cruzan el río, lo que obliga a dar vueltas para continuar el paseo, a lo largo del banco se encuentran estructuras arquitectónicas tanto nuevas como del pasado como el Teatro Nacional, obra de



Asplund; la nueva galería de arte Tate Modern, el puente peatonal de Calatrava, entre otras muchas y la vista hacia el banco Norte es impresionante, sobresalen del paisaje urbano la cúpula de la catedral de Saint Paul y el rascacielos Gherkin Swiss Re de Foster.



Fuente: foto captada por el autor desde el Puente de Londres

Los edificios del conjunto More London impiden visualizar al City Hall, el edificio se empieza a apreciar conforme se avanza frente a los otros edificios; empieza a aparecer la curvatura de la fachada norte que va incrementándose conforme se va uno acercado, hasta que finalmente, emerge la totalidad del edificio, el cual llama la atención por su original forma ovoide, pero no es algo espectacular o que deje una profunda huella como sucede con otras edificaciones modernas o antiguas.



Fotos tomadas por el autor

Sobresale la fachada por el cristal, es lo que mas llama la atención, su escala no es muy grande y por estar localizada en un gran plaza generada al

ampliarse la rambla en una plazoleta y por el lado Este y Sur posee un jardín lo que permite visualizarlo por todos sus lados, pero esto mismo, reduce la escala de percepción; al lado Oeste sobresale un gran anfiteatro que se abre hacia abajo del nivel del suelo, de forma elíptica, replicando la forma del edificio, en la parte de abajo se aprecian ventanales de cristal que dan en los pisos subterráneos del City Hall, los asientos están conformados por la misma estructura y material de la plaza y no posee una forma continua, esta fragmentada para llamar la atención, aun sin espectáculo la gente la usa para reunirse y charlar pues está abierta, no posee control de acceso.

Llaman la atención los desfases que presenta la fachada Sur en cada piso y que funcionan como parte soles, pero generan realmente poco sombreado, el mas notorio es el del primer nivel, es el mas amplio y sí genera una sombra mas amplia sobre la fachada; por la tarde, el sol estaba iluminando totalmente la fachada Sur por ser invierno, en verano el sol se oculta detrás de los otros edificios lo que proyecta sombra sobre el edificio en estudio y permite regular la temperatura del mismo.



Fotos tomadas por el autor

Se accede a través de la plaza y poseen mostradores para revisión con maquinas de rayos X, de ahí se pasa al vestíbulo en el que nace la rampa para los usuarios y visitantes, sube hasta el ultimo nivel y la terraza, este elemento ocupa el 50% del espacio útil del edificio; hacia la fachada norte existe un gran ventanal

que mientras se asciende permite visualizar la ciudad de Londres, básicamente se ve el puente de Londres y la Torre de Londres que se localiza frente al City Hall, al otro lado del río. El ambiente es confortable pero no es posible ver los sistemas de sustentabilidad del edificio, la iluminación es con base a luminarias ahorradoras. Se visualiza desde la rampa la sala de reuniones y se ven las oficinas que conforman una U con curvatura hacia el Sur y abierta al Norte. Actualmente contiene las oficinas del Comité Olímpico que coordina la realización de los Juegos Olímpicos de Londres 2012.

#### **IV.5 Materiales**

Los materiales a emplear serán:

1. Planos publicados de los edificios en publicaciones especializadas diversas
2. Fotografías digitales de 400x400 pixeles
3. Cámara fotográfica Cyber-shot Sony 2.1 megapixeles

#### **IV.6 Análisis de la información**

Se empleará una matriz de Leopold modificada, se aplicará a tres aspectos básicos:

- **Proyecto Arquitectónico.** Analizando los elementos y componentes del proyecto en el ámbito de diseño y construcción.
- **Sustentabilidad.** Analizará aspectos como: incidencia del proyecto sobre el medio, optimización en el uso del agua, empleo de fuentes de energía limpia en más de un 30% de los requerimientos energéticos del edificio.
- **Sostenibilidad.** Analizará aspectos como ahorro energético, administración de recursos económicos, humanos y energéticos, e impacto social.

Para ello se genera como ejemplo la tabla de impactos, parámetros e indicadores para el proyecto arquitectónico:

Parámetros

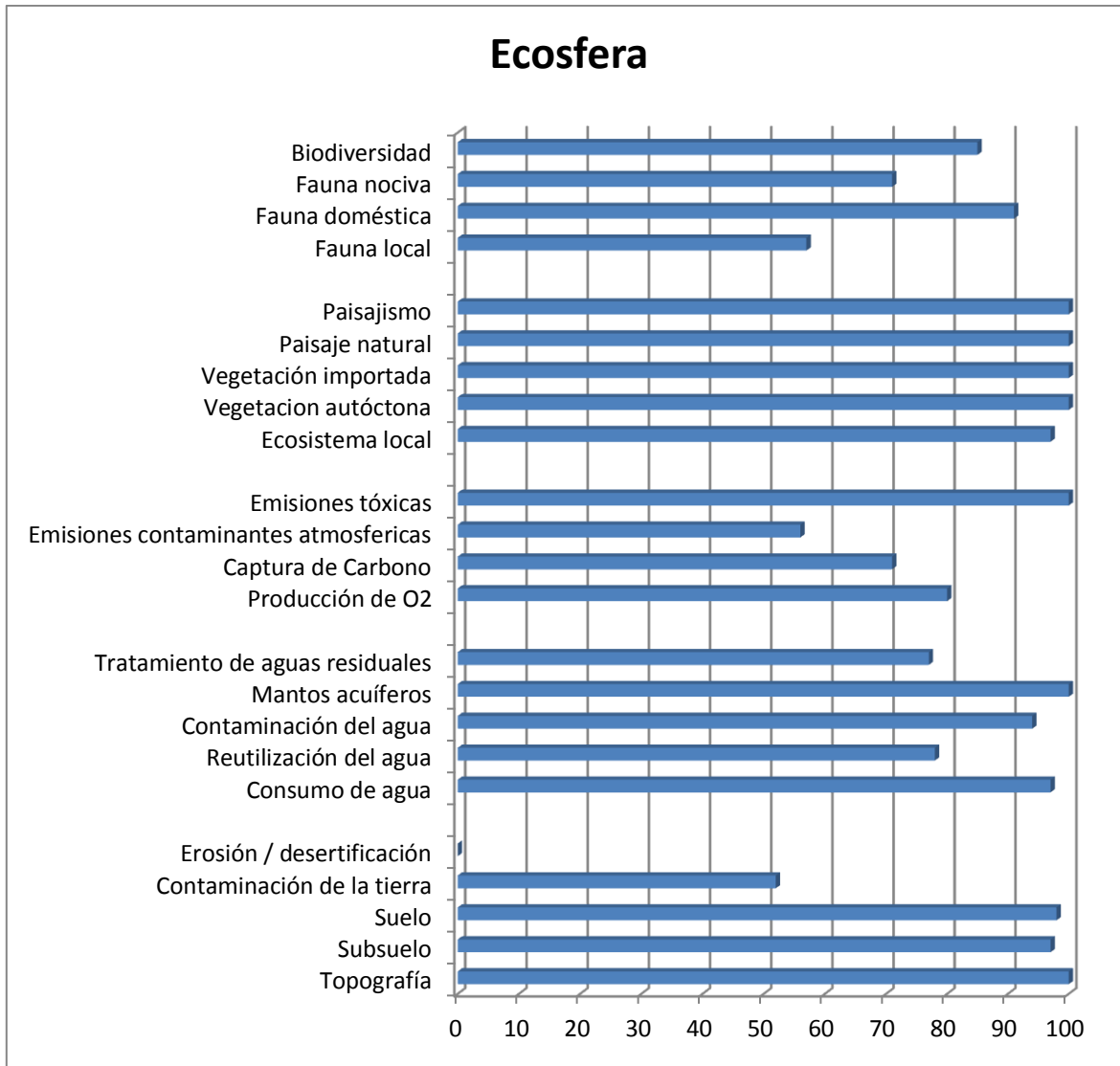
Valor	Designación	Significado
+5	<b>Excelente</b>	El elemento analizado posee características adecuadas de diseño y construcción haciendo eficaz al 100% al objeto
+4	<b>Bien</b>	El elemento presenta cierta problemática para cumplir, la eficacia es del 90%
+3	<b>Aceptable</b>	Existen deficiencias pero en general es adecuada la solución presentada, eficacia del 80%
+2	<b>Regular</b>	Son más las deficiencias que los aciertos pero es funcional para el conjunto, eficacia del 70%
+1	<b>Condicionado</b>	Las deficiencias son mayores, ponen en riesgo la evaluación, la eficacia es del 60%
0	<b>Sin incidencia</b>	No tiene incidencia en los aspectos evaluados
-1	<b>Malo</b>	Son notorias las deficiencias y afectan la eficacia del objeto
-2	<b>Extremadamente Malo</b>	Las deficiencias son notables y afectan la eficacia del diseño y la construcción del objeto
-3	<b>Pésimo</b>	No son aceptables las deficiencias porque ponen en riesgo al objeto evaluado

#### Indicadores para conclusión

%	Indicadores finales del proyecto arquitectónico
91 a 100	Excelente proyecto arquitectónico
81 a 90	Buen proyecto arquitectónico
70 a 80	Regular proyecto arquitectónico
< 70	Proyecto arquitectónico deficiente e inaceptable en diseño, construcción y operación

# Tabla de evaluación

Elementos a evaluar	Aspectos a evaluar																		Totales		%							
	Histórico		Social		Económico		Tecnológico		Desarrollo		Urbano		Cultural		Educativo		Bioético		Legal			Normativo						
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)		(+)	(-)					
E C O S F E R A	Topografía	4		4		5		4		5		5		4		4		0		4		4		43	0	100.00		
	Subsuelo	1		2		4		-1		4		4		5		5		0		4		3		32	-1	96.97		
	Suelo	1		4		5		-1		5		5		5		5		3		4		4		41	-1	97.62		
	Contaminación de la tierra	4				-1		-1		-1		-1		-2		-1		-3		4		4		12	-11	52.17		
	Erosión / desertificación	0		0		0		0		0		-1		-1		-1		-3		0		0		0	-6	0.00		
	Consumo de agua	4		3				-1		4		3		3		4		4		4		4		36	-1	97.30		
	Reutilización del agua			-2		-2		-3		-2		3		4		5		5		5		5		32	-9	78.05		
	Contaminación del agua			-1		-1		1		4		4		4		5		5		3		4		34	-2	94.44		
	Mantos acuíferos	3		2		4		4		4		3		2		4		5		3		4		38	0	100.00		
	Tratamiento de aguas residuales	3		3				-1		-3		-2		-2		4		4		5		4		27	-8	77.14		
	Producción de O2			-2		-1		-3		-1		3		3		4		5		5		4		28	-7	80.00		
	Captura de Carbono			-3		-3		-3		-3		4		4		4		4		5		4		29	-12	70.73		
	Emisiones contaminantes atmosféricas	-1		1				-2		-2		1		1		-1		-1		-2		4		10	-8	55.56		
	Emisiones tóxicas	0		0		0		0		0		0		0		4		4		5		4		21	0	100.00		
	Ecosistema local	3		4		4				-1		2		3		3		3		3		4		4		33	-1	97.06
	Vegetación autóctona	4		4		4		4		4		4		4		5		5		5		4		4		47	0	100.00
	Vegetación importada	0		0		0		0		0		0		0		4		5		4		4		4		21	0	100.00
	Paisaje natural	2		4		4		4		2		4		5		5		5		4		4		4		43	0	100.00
	Paisajismo	4		4		4		3		4		4		5		4		4		3		4		4		43	0	100.00
	Fauna local	0		0		0		0		0		0		0		-2		-2		-2		4		4		8	-6	57.14
Fauna doméstica	-1		2				1		0		1		-2		2		4		4		4		4		21	-2	91.30	
Fauna novicia	-1		-1		-1		-2		-1		-1		-1		2		3		4		4		4		17	-7	70.83	
Biodiversidad	-1		-1		-1		-1		-2		3		4		4		4		5		4		4		28	-5	84.85	
<b>T o t a l e s</b>	<b>32</b>	<b>-11</b>	<b>37</b>	<b>-10</b>	<b>35</b>	<b>-16</b>	<b>25</b>	<b>-18</b>	<b>53</b>	<b>-4</b>	<b>56</b>	<b>-7</b>	<b>77</b>	<b>-6</b>	<b>83</b>	<b>-5</b>	<b>69</b>	<b>-10</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>0</b>	<b>Calificación global</b>					
%	74.42		78.72		68.63		58.14		92.98		88.89		92.77		94.32		87.34		100.00		100.00			<b>85.11</b>	<b>82.66</b>			
T E C N O S F E R A	Estructura urbana	3		4		4		4		4		4		4		5		4		4		4		44	0	100.00		
	Funcionamiento urbano	3		4		3		3		3		4		4		4		4		4		4		40	0	100.00		
	Paisaje urbano			1		4		5		4		4		2		3		3		3		4		4		36	1	102.86
	Forma arquitectónica	4		4		4		5		5		3		3		4		4		4		4		44	0	100.00		
	Espacio arquitectónico	3		2		1		4		3		3		3		4		4		4		4		35	0	100.00		
	Uso del espacio	2		-1		-2		3		3		3		3		4		4		3		4		4		27	0	100.00
	Materiales de construcción	4		3		3		4		3		3		3		4		3		4		4		4		39	0	100.00
	Operación y mantenimiento			-2		-2		-3		-2		-1		-1		3		4		3		4		4		18	-11	62.07
	Costos	-3		-3		-3		-3		-2		-2		-1		3		-2		-2		-2		-2		3	-23	11.54
	Instalación hidráulica	2		3		3		4		-1		-1		-1		4		4		4		4		4		28	-3	90.32
	Instalación eléctrica	2				-2		-3		3		2		2		4		5		4		4		4		30	-5	85.71
	Instalaciones especiales	4		4				-3		4		4		2		3		4		4		4		4		36	-3	92.31
	Ecotecnologías	4		4		4		-3		5		2		2		4		5		3		4		4		37	-3	92.50
	Sostenibilidad	-2		-2		-3		-3		-3		-2		-1		3		5		1		4		4		17	-14	54.84
	Flujo de materia	-1		-1		-2		-2		-1		-1		-1		4		5		3		4		4		20	-8	71.43
	Consumo energético	-2		-2		-2		-3		-2		-1		-1		2		3		-3		4		4		13	-14	48.15
	Gestión de residuos	3		3		3				-1		1		2		4		4		3		4		4		31	-1	96.88
	Manejo del agua	4		4		4		4		4		4		4		5		5		4		4		4		46	0	100.00
	Calidad de Vida	1		1		1		1		2		3		3		3		3		2		4		4		25	0	100.00
	Estilo de Vida	2		2				-1		1		-1		-1		-1		-1		-1		4		4		13	-6	68.42
<b>T o t a l e s</b>	<b>41</b>	<b>-9</b>	<b>41</b>	<b>-14</b>	<b>30</b>	<b>-24</b>	<b>49</b>	<b>-12</b>	<b>36</b>	<b>-9</b>	<b>38</b>	<b>-8</b>	<b>62</b>	<b>-3</b>	<b>77</b>	<b>-1</b>	<b>56</b>	<b>-6</b>	<b>76</b>	<b>-2</b>	<b>76</b>	<b>-2</b>	<b>Calificación global</b>					
%	82.00		74.55		55.56		80.33		80.00		82.61		95.38		98.72		90.32		97.44		97.44			<b>84.94</b>	<b>83.85</b>			
<b>T o t a l e s g l o b a l e s</b>	<b>73</b>	<b>-20</b>	<b>78</b>	<b>-24</b>	<b>65</b>	<b>-40</b>	<b>74</b>	<b>-30</b>	<b>89</b>	<b>-13</b>	<b>94</b>	<b>-15</b>	<b>139</b>	<b>-9</b>	<b>160</b>	<b>-6</b>	<b>125</b>	<b>-16</b>	<b>165</b>	<b>-2</b>	<b>164</b>	<b>-2</b>	<b>Total global</b>					
%	78.49		76.47		61.90		71.15		87.25		86.24		93.92		96.39		88.65		98.80		98.80			<b>85.02</b>	<b>83.26</b>			

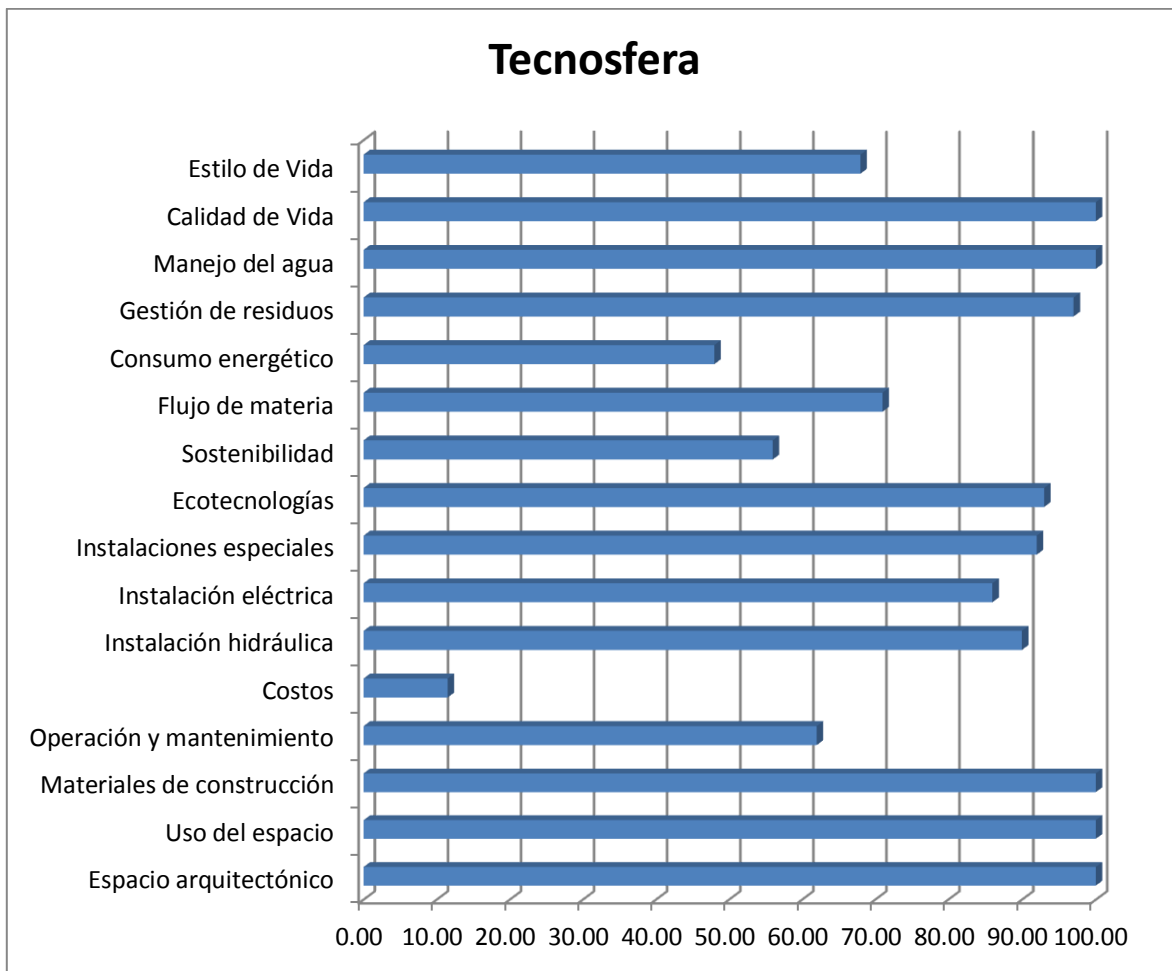


Con base en los indicadores planteados, los elementos que serán considerados deficientes o inaceptables por haber obtenido parámetros menores a 70 son:

Para los elementos que conforman la Ecosfera se obtuvieron los siguientes elementos con deficiencia:

- Fauna local: ésta fue suprimida desde hace varios siglos y no es consecuencia del objeto arquitectónico evaluado, pero el ecosistema fue alterado y no presenta acciones de mitigación o resiliencia.
- Emisiones contaminantes atmosféricas: la producción de carbono aportado a la atmósfera es muy alto, se origina básicamente por las dos calderas de gas que utiliza para la calefacción y por el consumo eléctrico del edificio.

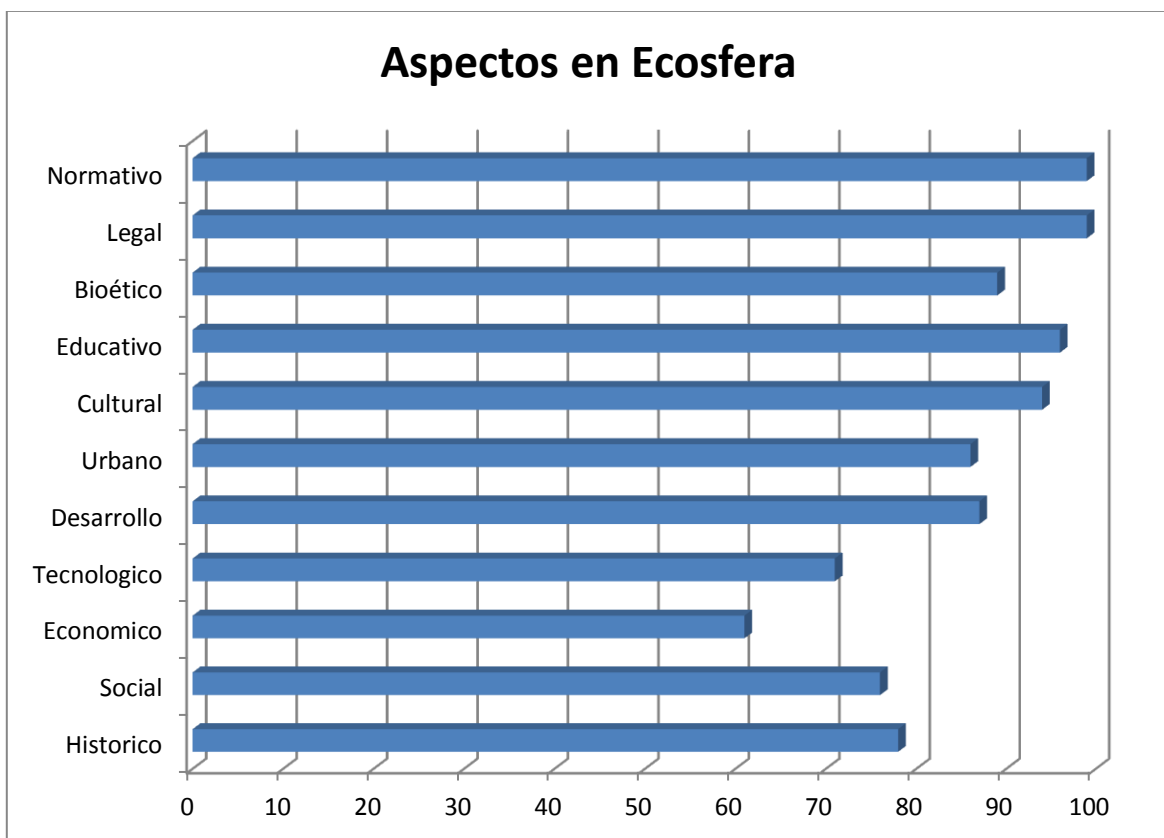
- Captura de carbono: aunque cuenta con un jardín rodeando al edificio, la superficie es reducida para recuperar el carbono atmosférico producido.
- Contaminación de la tierra: El predio ha estado ocupado desde el siglo XVIII, la construcción del City Hall se realizó tras demoler edificaciones antiguas que utilizaban el predio, pero no se llevaron a cabo procesos de regeneración del suelo, simplemente se reutilizó, por lo que se conservan los vestigios humanos de mas de trescientos años de uso.



Para los elementos que conforman la Tecnosfera se obtuvieron los siguientes elementos con deficiencia:

- Estilo de vida: la obra representa el poder económico y tecnológico que tradicionalmente ha ostentado Inglaterra, plantea el desarrollo del estilo High Tech generado desde la Revolución Industrial. Londres es una ciudad cara, aun para los cánones europeos, la vida tienen un alto costo económico y por ende ecológico para la sociedad global.

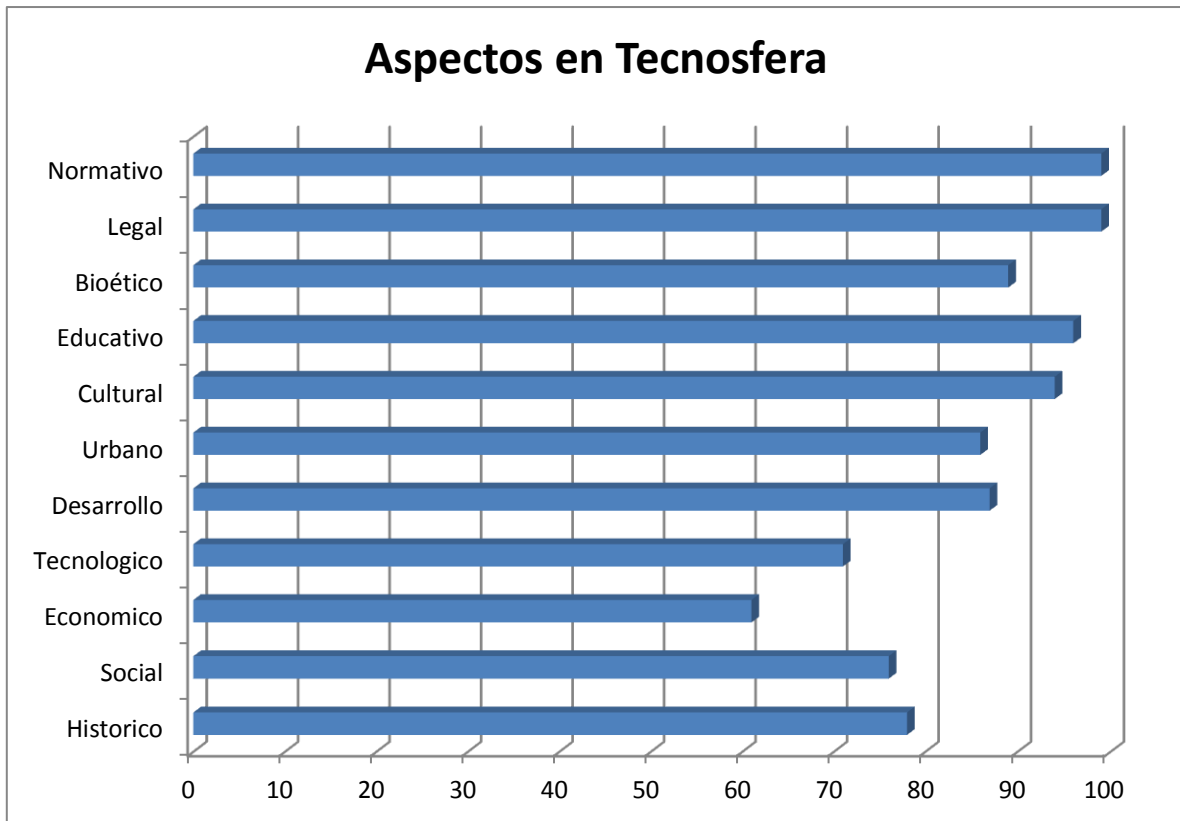
- Consumo energético: los datos investigados (The Guardian) demuestran que el edificio está consumiendo un 110% de la energía requerida para un edificio tradicional con la misma superficie y función, exponiendo que el 25% planteado en su origen del consumo energético con relación a edificios tradicionales quedo muy rezagado.
- Sostenibilidad: El costo de construcción fue muy alto, así como, el costo de operación, esto ha traído como consecuencia un reflejo de inconformidad hacia el ámbito social, son los ciudadanos quienes finalmente pagan los gastos del edificio.
- Costo: el costo de construcción del edificio fue cuatro veces el monto internacional del metro cuadrado y nueve veces el precio para México, su amortización será a muy largo plazo, representando una carga para el erario inglés y londinense.
- Operación y mantenimiento: los estudios demuestran que lo planeado en el comportamiento funcional del edificio no se ha cumplido, la operación no ha cumplido lo establecido y los costos de mantenimiento son muy superiores a los requeridos en una construcción tradicional.





Para los aspectos evaluados con relación a la Ecosfera, se obtuvieron los siguientes elementos con deficiencia:

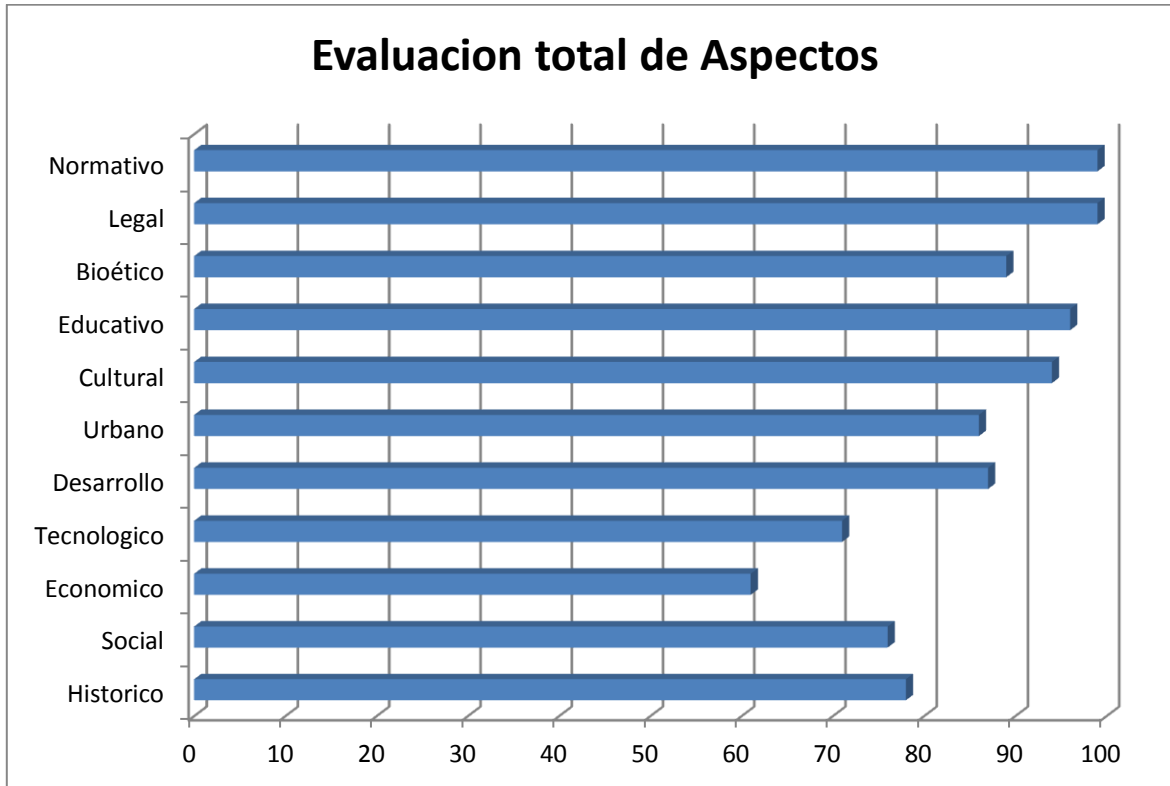
- Tecnológicos: éste fue el principal factor del alto costo del edificio, permiten la operación del edificio, pero no con la eficiencia planeada, no son suficientes ni eficientes para generar las condiciones de confort requeridas. Las acciones bioclimáticas del edificio por el contrario, dieron origen a la forma ovoide y funcionan perfectamente al evitar el soleamiento excesivo a lo largo de las estaciones del año y por ende, el calentamiento excesivo del edificio. El diseño del aislamiento térmico es correcto pero no el funcionamiento interno.
- Económicos: los resultados de costo/beneficio no son los adecuados.



Para los aspectos evaluados con relación a la Tecnosfera, se obtuvieron los siguientes elementos con deficiencia:

- Tecnológico: Nuevamente se hace referencia a lo citado en el caso anterior.

- Económico: cubrir las condiciones tecnológicas encarecieron brutalmente el costo del edificio, su mantenimiento y operación.



Para los aspectos evaluados de manera total, se obtuvieron los siguientes elementos con deficiencia:

- Tecnológico: tanto en el ámbito de la Ecosfera como de la Tecnosfera el aspecto tecnológico, aunque propositivo, se convirtió en un aspecto negativo por los altos costos que tuvo, los costos que representa su mantenimiento y la poca efectividad que han demostrado para lograr la sustentabilidad del edificio, señalando que **el uso de la tecnología no es la solución para la arquitectura sustentable.**
- Económico: Es un edificio extremadamente caro en su construcción y operación, convirtiéndose en una carga social para la ciudad, no logrando convertirse en un icono para la ciudad, no sostenible.

En general, el proyecto obtuvo una calificación de 83.26% en la evaluación de impactos sobre la Ecósfera y la Tecnosfera, y de 85.02% con relación a los aspectos evaluados en el proyecto. Con base a los indicadores presentados, es

posible concluir que el proyecto en general es bueno, pero no cumple con todos los conceptos planteados en el momento de planeación y diseño, que le dieron su certificación BREEAM alta. Su calificación lo sitúan como un buen proyecto, pero al mismo tiempo, hace evidentes los problemas que el uso excesivo de la tecnología implica para la arquitectura.

#### **IV.7 Conclusiones de la evaluación realizada**

1. El edificio se erigió en un espacio urbano utilizado desde el siglo XVII, por lo que la alteración del medio ambiente ya se había producido, en la década de los ochentas se demolieron las antiguas construcciones y se había mantenido sin construir el predio. Las preexistencias ambientales artificiales se componen por construcciones de los siglos XVIII y XIX, realizadas en ladrillo aparente y con dos o tres niveles por lo que el nuevo conjunto viene a romper la escala urbana del lugar pero mantiene la relación con su vecino el Puesto de Londres que posee altas torres que sirven de soportes al puente levadizo.
2. El costo del edificio fue de £-43 millones de libras esterlinas, lo que equivale a US\$-86 millones de dólares actuales (14/05/2012), lo que equivale a \$-1,118'000,000.00 de pesos mexicanos. Posee una superficie construida de 201,650 pies cuadrados que equivalen a 18,149 m<sup>2</sup>; por lo que el costo por metro cuadrado de construcción equivale a \$-61,601.19/m<sup>2</sup>, nueve veces el precio promedio de construcción en México y 3.15 veces el precio de construcción internacional (US\$-1,500.00). Lo que significa que los costos son sumamente elevados para conseguir la sustentabilidad a través del uso de nuevas tecnologías.
3. La revisión de los planos y la visita al sitio permitió percatarse de que la rampa monumental, centro de la composición arquitectónica, permite visualizar la Cámara de la Asamblea, objetivo democratizante, pero ocupa mas del 50% del espacio interior del edificio, reduciendo el espacio utilizable y por lo tanto, encareciendo mucho mas los costos y reduciendo los beneficios de este tipo de obra arquitectónica.
4. El contexto del edificio fue bien resuelto al integrar espacios públicos que permiten la reunión de ciudadanos y visitantes, abriendo vistas panorámicas hacia el Puesto y la Torre de Londres en el banco norte del Támesis, en el área sur se integró un jardín, Potter Field, que permite pasar de una escala urbana monumental a la escala urbana del pasado, al mismo tiempo que retiene los rayos solares y permite el enfriamiento del edificio,

reduciendo y humedeciendo el ambiente, permitiendo al mismo tiempo el disfrute de las personas.

5. La forma del edificio se originó del estudio termodinámico del espacio, la forma es muy funcional para conducir y recuperar el aire caliente que se emplea para calentar el aire de la calefacción, aunque no es suficiente y por ello, el edificio cuenta con dos calderas que funcionan con base a gas para compensar las necesidades de calefacción en invierno. Esto es una de las determinantes que han hecho que el edificio genere más de dos mil toneladas de carbón al año.
6. Los desfases en la fachada sur también permiten generar sombreado durante el verano, cuando el sol alcanza su mayor altura, mientras que en invierno no cubre la radiación solar, permitiendo el calentamiento de las oficinas de manera escasa pues los vidrios son triples y evitan con la ayuda de películas el paso de los rayos solares y de UV.
7. El contar las oficinas con ventanas abatibles para ventilación natural permite reducir los consumos de aire acondicionado, el cual existe pero esta regulado para que en los espacios que se abran las ventanas se suspenda la introducción de aire acondicionado.
8. El sistema de enfriamiento del aire acondicionado ha sido mas favorecedor para la sustentabilidad, los dos pozos perforados en el subsuelo del edificio permiten obtener agua fría que es bombeada a serpentines que rodean los ductos de aire acondicionado, enfriando el aire que pasa por ellos, el cual es absorbido de la atmosfera a través de dos chimeneas ubicadas en la zona sur del edificio y que al pasar por el suelo enfrían el aire. El agua extraída también se utiliza para los inodoros, reduciendo al mínimo el uso de agua potable, el problema es que las aguas residuales son vaciadas a la red municipal sin tratamiento previo.
9. La iluminación es a base de focos ahorradores pero también posee lámparas de sodio a alta presión, el edificio cuenta con mas de 600 m<sup>2</sup> de celdas fotovoltaicas pero no es suficiente para cubrir las necesidades energéticas del edificio, por lo que se requiere suministro convencional de electricidad, esto ha originado que en la revisión energética el edificio fuera calificado con el nivel E en su calidad de eficiencia energética, esto significa que el edificio consume del 100 al 110% de energía comparado con un edificio convencional de las mismas dimensiones y funcionamiento.
10. En general, el estudio determina que el edificio no es sustentable como inicialmente se planteó, nuevamente se vuelve a ver que las certificaciones tienen problemas en las revisiones posteriores, ninguno está cubriendo los indicadores de sustentabilidad que fueron proyectados en el diseño. La tecnología no cubre las expectativas que se señalan y los costos de instalación y mantenimiento son muy elevados, reduciendo en la realidad la

posibilidad de amortizar las inversiones en un mediano plazo y terminan convirtiéndose en una carga social para los ciudadanos en el caso de los edificios públicos.

A continuación se señalan de manera concentrada los resultados:

<b>Academia de las Ciencias de California</b>		
<b>Impacto</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Acciones</b>
Positivo	Aislamiento térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predominio del macizo sobre el vano</li> <li>• Utilización de material reciclado como aislante</li> <li>• Utilización de azotea verde</li> </ul>
Positivo	Control de soleamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de gráfica solar para calcular soleamiento</li> <li>• Uso de elementos reductores de soleamiento como marquesinas, parte soles y brisé soleil</li> </ul>
Positivo	Iluminación natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios iluminados naturalmente</li> </ul>
Positivo	Ventilación natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios ventilados de manera natural</li> <li>• Análisis del movimiento termodinámico del aire en los espacios interiores</li> </ul>
Positivo	Conservación del ecosistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación del suelo retirado</li> <li>• Reutilización del suelo en el predio o el sitio</li> <li>• Conservación del subsuelo y su permeabilidad</li> <li>• Preservación de la flora y fauna del sitio</li> </ul>
Positivo	Huella ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de materiales reciclados</li> <li>• Utilización de materiales de bajo contenido energético</li> </ul>
Positivo	Domotización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buenos resultados en control del confort</li> </ul>
Positivo	Ahorro energético	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de iluminación con base a LEDs</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de iluminación interior natural</li> <li>• Aislamiento térmico para evitar uso de acondicionamiento artificial</li> <li>• Ventilación natural</li> </ul>
Negativo	Azotea verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No sostenible por costo y mantenimiento</li> <li>• Buen manejo de agua pluvial</li> <li>• Captura de carbono bajo</li> <li>• Generación de oxígeno bajo por tipo de vegetación a poseer</li> </ul>
Negativo	Energía renovable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de instalación y mantenimiento</li> <li>• Baja eficiencia</li> <li>• No sostenible en la actualidad</li> </ul>
Negativo	Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos altos de construcción y operación por uso de tecnologías sofisticadas</li> <li>• No sostenible</li> </ul>

### City Hall de Londres

Impacto	Estrategia	Acciones
Positivo	Diseño bioclimático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de grafica solar como base del diseño</li> <li>• Análisis de soleamiento</li> <li>• Adecuada orientación de los espacios arquitectónicos</li> <li>• Uso de formas o elementos arquitectónicos para control del soleamiento</li> <li>• Análisis del movimiento del aire caliente interior para su utilización en el mantenimiento del confort</li> </ul>
Positivo	Aislamiento térmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del aislamiento térmico</li> <li>• El edificio presenta problemas de aislamiento en invierno por el predominio de la fachada de cristal</li> </ul>
Positivo	Ventilación natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventanas abatibles</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del uso de sistemas de acondicionamiento artificial</li> </ul>
Negativo	Diseño arquitectónico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supeditar la forma, la función y el espacio a conceptos poco sostenibles</li> </ul>
Negativo	Huella ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No emplear materiales reciclados o de alta carga energética</li> </ul>
Negativo	Tecnología sofisticada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de implementación y operación</li> <li>• Baja eficiencia y eficacia</li> <li>• No sostenible</li> </ul>
Negativo	Energía renovable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de instalación y operación</li> <li>• Baja eficiencia</li> <li>• No sostenible</li> </ul>
Negativo	Optimización del uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tratamiento o separación de aguas utilizadas o reciclaje del agua residual</li> </ul>
Negativo	Costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos altos de construcción y operación por uso de tecnologías sofisticadas</li> <li>• No sostenible</li> </ul>

## CAPÍTULO V. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

“La inteligencia y el saber desmesurado matan el impulso cultural. Lo único que vale es la percepción adecuada y la sensibilidad innata”

Josef Hoffman (1870-1956)

### V.1 Sustentabilidad arquitectónica

Ha quedado expuesto a lo largo de la investigación que la sustentabilidad es un concepto en construcción, surgido a partir de la Reunión de Rio de Janeiro de 1992 auspiciada por la ONU; ha intentado sustituir al concepto de sostenibilidad, el cual apareció años antes, con el Informe Brundtland, pero sin conseguirlo. Ambos términos poseen significados propios; se ha establecido que ambos conceptos no son sinónimos sino elementos de una misma ecuación. El primero, la sustentabilidad, hace referencia a la conservación del medio ambiente como base del desarrollo. El segundo, sostenibilidad, está direccionado hacia el soporte de los recursos (naturales, humanos, económicos y energéticos) en general, pero económicos en particular; ambos tienden en la actualidad hacia la consecución del desarrollo social, sin dañar el medio ambiente y sin altos costos económicos para las sociedades, con los objetivos ambos, de conseguir la equidad e igualdad entre las diversas sociedades del planeta Tierra, dentro de la visión de una Teoría del Desarrollo y un crecimiento económico infinito. Ambos términos han tomado relevancia en las últimas décadas debido al cambio climático, fenómeno ambiental ostensible por todos los seres humanos, preocupante por sus consecuencias sobre la sobrevivencia de muchas de las especies que habitamos el planeta, incluida la humana, las cuales enfrentan la extinción; no trata de la desaparición del planeta Tierra como muchos medios han divulgado, al contrario, el planeta Tierra continuará su evolución sin los humanos, la preocupación actual es que se está cavando la propia tumba de la especie, por ello, se ha creado una visión apocalíptica que se difunde a través de los medios de



comunicación y que preocupa a los gobiernos mundiales, no por el aumento de la temperatura en sí, sino por las consecuencias que trae, entre ellas, el exterminio de la especie humana por ella misma, por la lucha de subsistencia de gobiernos fuertes por el uso de los recursos naturales para garantizar la sobrevivencia de sus sociedades a costa de gobiernos débiles y sociedades marginadas; de ahí la importancia y urgencia de un cambio de pensamiento, valores y actitudes frente a un fenómeno natural, con sesgo antropogénico.

La sustentabilidad es un concepto en construcción que integra a todas las actividades humanas con diferentes niveles de concreción, los cuales dependen de las actividades involucradas, su extensión, duración e intensidad impactan sobre el medio, pero sobretodo, la sinergia que produzcan, esto es, la acumulación de diversas actividades implicadas en la consecución de una de ellas.

La construcción del espacio habitable, tarea no exclusiva de la Arquitectura, es una de las actividades que más recursos naturales y transformados consume, tanto para su edificación como para su operación, mantenimiento y disposición final. La construcción implica la utilización de materiales extraídos directamente de la naturaleza, algunos sufren transformaciones industriales y finalmente requieren consumos energéticos en su instalación; todo el proceso acumula cargas o costes, tanto energéticos como económicos, con el consecuente daño al medio ambiente, si los procesos se realizan sin una visión sustentable.

Ha sido expuesto que solo los espacios habitacionales son responsables del 20% del consumo energético mundial, el cual no considera la carga energética de los materiales empleados en su construcción. Además, los nuevos edificios requieren un 30% de consumo energético mayor que edificios similares de hace 40 años. ¡Esta claro! que el desarrollo y refinamiento de las actividades humanas cada vez están mas ligadas a un consumo energético eléctrico, la tecnología desarrollada en los últimos años ha creado una alta dependencia hacia ella, llegando a ser una necesidad actual para la vida por la dependencia tecnológica que ha sido creada. Aldo Rossi en su libro *La Arquitectura de la ciudad* (1969),

mencionaba a manera de añoranza, “recuperar la forma de vida del siglo XIX”, con respecto a las relaciones interpersonales y de convivencia generadas en ciudades vivibles por su escala; hoy, debiera aplicarse a las relaciones que existieron hace 180 años, con respecto a los habitantes con el medio, el estilo de vida de entonces, giraba en torno a las relaciones personales, a una autogeneración de alimentos, a producir pocos residuos pues la mayoría de ellos eran orgánicos que se reutilizaban en el medio, a realizar actividades regidas por la luz solar. En contraposición, en la actualidad se realizan actividades humanas vertiginosas y se viven estilos de vida que presentan una alta carga negativa hacia el medio, se desarrollan actividades altamente dependientes de la energía eléctrica y de la tecnología, se pierde la esencial de la comunión social con los consecuentes aumentos de inseguridad y desigualdad entre las sociedades humanas y se generan grandes volúmenes de desechos contaminantes hacia el medio.

Como se ha visto, la Arquitectura forma parte del proceso depredador del medio ambiente, cualquier obra, por pequeña que ésta sea, causará una alteración en el medio ambiente; por ello, en los años noventas del pasado siglo, empezó la creación del término Arquitectura Sustentable, el cual ha sido demostrado que es una utopía, en su lugar **se propone el de *sustentabilidad arquitectónica*, el cual designa un conjunto de estrategias que permiten que la labor de los arquitectos tiendan a un diseño responsable hacia el medio ambiente, a la conservación de la energía y del agua y, a una reducción en los desechos contaminantes hacia la naturaleza y sus ecosistemas.** Dicho término engloba diferentes niveles de logros, basados en diversas actuaciones; sus beneficios tenderán a conseguir pequeñas acciones que conformen amplios resultados. De nada sirve en la actualidad la búsqueda de “estrellitas” por certificación de un mínimo de edificios que solo responden a condiciones de marketing, a ganancias en el mercado; finalmente se ha demostrado, no son capaces de cumplir las promesas planteadas durante el proceso de planeación y diseño, muchas expectativas y pocos resultados, edificios no sostenibles por los costos que implica su construcción y operación en la realidad; certificaciones que solo sirven para generar una plusvalía ecológica intangible a través de anunciarse

como elementos “socialmente responsables”, pero en la realidad han demostrado lo contrario por su insostenibilidad.

La sustentabilidad arquitectónica tendrá una incidencia real cuando se consiga que la mayoría de los arquitectos practicantes y en formación, cambien su actitud frente a su responsabilidad a través del diseño de los objetos arquitectónicos; esto se conseguirá de manera mas eficiente si se generan cambios en la legislación vigente en el campo profesional, obligando a la **recertificación profesional** a través de evaluaciones de conocimientos, habilidades y actitudes quinquenales y no permitiendo un ejercicio profesional, que una vez obtenida la cédula profesional, no obliga a una actualización continua que garantice a la sociedad la mejor actuación profesional en todos los campos, logrando de esta manera, una competitividad real por los beneficios aportados a la sociedad y no una prostitución del ejercicio profesional a través del abaratamiento del mismo.

Asimismo, la investigación ha demostrado que no son las formas arquitectónicas novedosas o impactantes, ni la utilización de una metodología para el diseño espacial posestructuralista, ni el abuso en la aplicación de tecnologías de vanguardia o propuestas basadas en soluciones estetizantes en muros y azoteas, lo que garantizará la sustentabilidad arquitectónica. Ésta, está más ligada al conocimiento del entorno, a la comprensión de los fenómenos naturales y de los sistemas energéticos, al dominio de los materiales y sistemas constructivos empleados en la Arquitectura tradicional y actual, a una actitud responsable frente al binomio ambición/conformismo que regula el estilo de vida actual y que se basa en un consumismo superfluo, por carecer de valores y objetivos de vida, de las sociedades globalizadas de hoy en día.

Lo anterior, no impide la evolución teórica y práctica de la Arquitectura, no toda obra cumplirá con principios de sustentabilidad, sí su finalidad es generar la comprobación de paradigmas teóricos formales o de uso, es deseable que suceda, porque en la realidad “no solo de pan vive el hombre”, las búsquedas son necesarias, cada propuesta arrojará nuevas formas, usos, espacios, tecnologías,

acercamientos que permitirán ir mejorando al arte de la Arquitectura. La sustentabilidad arquitectónica está dirigida hacia el gran volumen edilicio, en el que pequeñas acciones generarán una sinergia acumulativa que originará grandes cambios. Aquí es relevante lo expuesto por Peter Eisenman en su documento *El Fin de lo Clásico*, “una arquitectura de espacio eterno en el presente, sin ninguna relación con un futuro ideal o un pasado idealizado”, lo importante es dar soluciones actuales, respondiendo a las condiciones presentes, en el futuro, les tocará a las nuevas generaciones crear las alternativas necesarias para hacer frente a sus problemáticas.

Los estudios analíticos realizados a los edificios del City Hall de Londres del arquitecto Norman Foster y su equipo, y la Academia de Ciencias de California de Renzo Piano, ambos edificios certificados con la máxima calificación por los sistemas BREEAM y el LEED respectivamente, brindaron información acerca de la eficiencia y eficacia de las estrategias propuestas, tendientes hacia una sustentabilidad arquitectónica. Ambas obras son relevantes por el cúmulo de propuestas que contienen, dichas propuestas arrojaron diferentes niveles de consecución de lo sustentable. El City Hall hace mayor alarde tecnológico, lo que actuó en su contra en la evaluación por la ineficiencia de los mismos y los altos costos que representaron su diseño, construcción y operación; en cambio, su forma y aislamiento térmico, iluminación y ventilación naturales son propuestas a considerar como relevantes para un diseño. Por el contrario, la Academia de las Ciencias, no posee una forma tan espectacular pero su diseño es más eficiente, la iluminación y ventilación natural son los mayores logros, su aislamiento térmico propuso nuevas maneras de conseguir este con costos asequibles; sobresale también, el respeto por el medio, desde el proceso de análisis como en la construcción. Ambos edificios cuentan con tecnología para generar energía renovable, con base a celdas fotovoltaicas, pero su costo de instalación fue muy alto y su eficiencia cuestionable, en los dos casos, las tecnologías para generar energía renovable aportan menos del 10% de la energía total requerida; si se ve desde un punto de vista ecológico, se podrá decir que se redujeron las emisiones

de carbono a la atmosfera, pero sí se le analiza desde el punto de vista de la sostenibilidad, el costo no favorece a la sociedad.

### **V.1 Objetivación de los grados de sustentabilidad arquitectónica**

La objetivación de la sustentabilidad arquitectónica es palpable a través de la siguiente tabla de verificación. Se ha diseñado como un instrumento que permita a cualquier persona, medir el grado de sustentabilidad alcanzado por un proyecto o una obra arquitectónica, no como búsqueda de una “medallita”, sino de una voluntad por diseñar y construir un objeto cuidadoso del medio ambiente y del hombre.

La tabla presenta estadios, estrategias, criterios, indicadores, valores y parámetros. Los Estadios permiten conocer en qué punto del ciclo de vida de un proyecto nos encontramos. Las Estrategias señalan las acciones y el campo de actuación que se tendrá dentro del proceso considerado. Los Criterios son los puntos de vista a considerar para evaluar las acciones a realizar, su cumplimiento o no. Los Valores son referencias cuantitativas del fenómeno evaluado, con el fin de su objetivación.

Los Parámetros que permiten limitar el estudio y evaluación del fenómeno son:

- 0** = no se consideró en la solución del proyecto
- 1** = escasamente perceptible en el proyecto
- 2** = baja presencia en el proyecto
- 3** = regular presencia en el proyecto
- 4** = buena presencia y solución en el proyecto
- 5** = excelente utilización en la solución del proyecto

Estadio	Estrategia	Criterio	Indicador	Valor	Puntaje
<b>Planificación y gestión del proyecto</b>	<b>Impacto ambiental en el sitio</b>	Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental	Viabilidad ambiental del proyecto a partir de la determinación de los impactos y sus consecuencias	0-5	
		Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental	Medidas de mitigación	0-5	
	<b>Diseño arquitectónico bioclimático</b>	Estrategias de diseño solar	Soleamiento e iluminación natural eficaz	0-5	
		Ventilación natural	Volumen intercambiado, pureza y limpieza del aire	0-5	
		Aislamiento térmico	Reducción de pérdidas y ganancias calóricas	0-5	
		Consecución de confort interior	Mantenimiento de la temperatura y humedad dentro de los parámetros del lugar	0-5	
	<b>Integración de ecotécnicas</b>	Calentador solar	Empleo de calentador	0-5	
		Separación de aguas grises de negras	Planteamiento proyectual de separación	0-5	
	<b>Integración de tecnologías para producción de energía renovable</b>	Integración en el diseño de paneles solares	Adición al diseño	0-5	
		Integración en el diseño de aerogeneradores	Adición al diseño	0-5	
	<b>Planificación del costo del ciclo de vida del objeto y de los servicios</b>	Costos a generar por la construcción, operación y mantenimiento	Materiales y sistemas de construcción de baja carga energética	0-5	
			Mantenimiento bajo o cero	0-5	
			Acabados resistentes y de larga duración, bajo mantenimiento y no contaminantes	0-5	
<b>Total (puntuación máxima a obtener 65 puntos)</b>					

Estadio	Estrategia	Criterio	Indicador	Valor	Puntaje
<b>Construcción, operación y mantenimiento</b>	<b>Conservación del suelo</b>	Resguardo y limpieza de suelo excavado y retirado de obra	No contaminación del suelo	0-5	
		Reutilización del suelo removido	Suelo limpio	0-5	
	<b>Protección de flora y fauna del sitio</b>	Protección de especies vegetales en la obra	integración o replantado de vegetación del sitio	0-5	
		Protección de fauna local en riesgo de extinción	Protección o reinserción de fauna local	0-5	
	<b>Empleo de materiales de bajo contenido energético</b>	Empleo de materiales naturales	Elementos de productos naturales con baja industrialización	0-5	
		Empleo de sistemas constructivos secos	Profusión de materiales y sistemas constructivos reciclables	0-5	
		Reutilización de materiales producto de demolición y de elementos arquitectónicos	Materiales reciclables de bajo impacto al final del ciclo de vida	0-5	
	<b>Optimización de los materiales a emplear</b>	Modulación de materiales para eficiencia	Reducida cantidad de escombros, desperdicios y basura de la obra	0-5	
		Reducción de desperdicios en obra	Escaso desperdicio y separación del mismo para su reciclaje	0-5	
		Manejo y disposición de desperdicios de obra dentro de medidas de reciclaje o reutilización, o disposición autorizada de los mismos	Demostración de manejo y disposición legal y adecuada de materiales	0-5	
	<b>Reducción en la utilización de sustancias contaminantes</b>	Reducir o neutralizar el uso de materiales y sustancias contaminantes, así como su disposición final	No empleo de materiales o sustancias contaminantes	0-5	
	<b>Manejo de residuos sólidos</b>	Clasificación y separación de residuos sólidos	Contenedores separados para residuos orgánicos, plásticos, metálicos y vidrio	0-5	
		Recolección de residuos sólidos para su reciclaje	Contrato de recolección particular o público con separación de residuos	0-5	
<b>Total (puntuación máxima a obtener 65 puntos)</b>					

Estadio	Estrategia	Criterio	Indicador	Valor	Puntaje
<b>Ahorro energético</b>	Realizar estudio de consumo y eficiencia del empleo de energía	Aplicar las NOM relacionadas con el tema	Cumplimiento de los W/m <sup>2</sup>	0-5	
	Implementación de iluminación natural	Eficiencia lumínica en todos los espacios y usos	Presencia de ventanas, domos, lucernarios o aberturas	0-5	
	Implementación de iluminación artificial bajo NOM	Eficiencia lumínica en todos los espacios y usos	Sistemas de iluminación eficientes y eficaces	0-5	
	Ventilación natural	Eficiencia y eficacia en todos los espacios y para los usos	Presencia de ventanas de apertura para ventilación natural manual o automatizada	0-5	
	Reducir el empleo de sistemas de calefacción y ventilación artificial al mínimo necesario	Evitar solucionar proyectos arquitectónicos con base a los sistemas de acondicionamiento artificial del ambiente	La no utilización de equipos y sistemas de calefacción y ventilación artificial	0-5	
	Reducir las emisiones de CO <sub>2</sub>	Reducir la quema de combustibles fósiles y maderas	Propuesta para reducir la utilización de gas, gasolinas y combustibles naturales	0-5	
	Reducir el CO <sub>2</sub> atmosférico	Favorecer el plantado de árboles y plantas que capturen el CO <sub>2</sub>	Empleo de áreas verdes con árboles y arbustos Uso de azoteas verdes y muros verdes (solución poco eficiente)	0-5	
<b>Total</b> (puntuación máxima a obtener 40 puntos)					

Estadio	Estrategia	Criterio	Indicador	Valor	Puntaje
<b>Optimización del uso del agua</b>	Respeto al Coeficiente de Ocupación del Suelo	Respeto a los marcos regulatorio del Uso de Suelo	Mínimo 30% de superficie del predio libre para recarga freática	0-5	
		Empleo de ecotécnicas para recarga acuífera	Utilización de pozos de absorción	0-5	
	Captación de precipitación pluvial para su reutilización	Sistema de conducción de precipitación pluvial	Cisterna para agua pluvial	0-5	
		Sistema de almacenaje y utilización de precipitación pluvial	Sistemas de riego o aseo con agua pluvial	0-5	
	Separación de aguas grises de aguas negras	Conducción independiente de aguas grises para tratamiento primario y reutilización	Sistema de tratamiento primario a aguas grises y su reutilización	0-5	
		Conducción de aguas negras a sistema municipal	Conducción directa de aguas negras	0-5	
	Empleo de muebles con bajo consumo de agua	Empleo de muebles sanitario de bajo consumo de agua	WC ahorradores	0-5	
		Utilización de llaves y accesorios reductores del consumo de agua	Accesorios para ahorro de agua	0-5	
<b>Total</b> (puntuación máxima a obtener 40 puntos)					

TABLA DE CONCENTRADO DE RESULTADOS GRADO DE SUSTENTABILIDAD ARQUITECTÓNICA			
Estadio del proyecto	Puntaje obtenido	Aporte porcentual a la sustentabilidad del proyecto	Calificación obtenida
<b>Planificación y gestión del proyecto</b>	65	40%	26.0
<b>Construcción, operación y mantenimiento</b>	65	30%	19.5
<b>Ahorro energético</b>	40	20%	8.0
<b>Optimización del uso del agua</b>	40	10%	4.0
<b>Total</b>	210		57.5

### Evaluación de resultados

Rango obtenido	Grado de Sustentabilidad arquitectónica obtenido
0 – 19	<b>NULO</b> El proyecto evaluado no posee ninguna característica o elemento que permita aseverar que posee cualidades de sustentabilidad
20 – 39	<b>INCIPIENTE</b> El proyecto cuenta con algunas características o propuestas que proporcionan cierto grado de sustentabilidad arquitectónica
40 – 49	<b>BUENO</b> El proyecto posee cualidades de diseño y tecnológicas que permiten la protección del medio ambiente y tienden a una sustentabilidad arquitectónica
50 – 57.5	<b>EXCELENTE</b> El proyecto incorpora cualidades de diseño y tecnológicas que permiten una adecuada sustentabilidad de la obra, con protección hacia el medio ambiente y la sostenibilidad futura



## **V.2 Manifiesto por una Sustentabilidad arquitectónica**

Querámoslo o no, el planeta Tierra está dando señales de un alto deterioro que los seres humanos hemos producido a lo largo de los últimos 200 años de Historia. La mayor evidencia es el cambio climático, fenómeno global que incide en todos los ámbitos de la vida. Lo peor que se puede hacer, es no hacer nada; la participación global, aunque sea mínima, generará una reacción sinérgica que permitirá detener, mejor aun, involucrar, el fenómeno que tiene a su límite las condiciones naturales como las hemos vivido en los últimos 10,000 años.

La Arquitectura, --entendida como el Arte con toques de ciencia, encargada del diseño y construcción del hábitat humano, con el objetivo último de mejorar la calidad de vida y conservar el medio ambiente--, tiene una alta incidencia sobre los problemas ambientales, por los materiales y consumos energéticos que emplea en la construcción y operación de dicho hábitat. Pero es necesario aclarar, no solo la arquitectura como actividad de diseño y construcción es la culpable, lo son todas las actividades humanas, desde la agricultura y pesca, hasta la transformación industrial, por ello, la búsqueda de la sustentabilidad es una tarea global, sustentada por valores éticos que modificarán a través de los procesos educativos, las aspiraciones, necesidades y anhelos de las sociedades humanas.

Conseguir una Arquitectura Sustentable en el presente es una utopía, las acciones planteadas tienden a conseguir una sustentabilidad arquitectónica, la cual se logra en diversos grados o niveles, desde acciones con bajos beneficios hasta acciones con altos beneficios hacia el medio y la sostenibilidad. Lo importante por lo tanto, es hacer algo, lo que sea, por pequeño que parezca; pues será la suma de acciones lo que finalmente brindará una respuesta global, de nada sirven acciones muy puntuales si el resto no cambia su actuación frente a la conservación de la naturaleza.

## MANIFIESTO POR UNA SUSTENTABILIDAD ARQUITECTÓNICA

1. Expongo que la sustentabilidad es una política creada para enfrentar la crisis ambiental, crisis generada por causas antropogénica y natural. Es un concepto equívoco y polisémico, que intenta direccionar todas las actividades humanas hacia lo ecológico, convertir la naturaleza de recurso en medio, creando una nueva racionalidad sustantiva fundada en valores como el interés común y la solidaridad, como medidas para abatir la inequidad social de la humanidad.
2. ¡la sustentabilidad es un problema educativo!, generar individuos críticos hacia la desigualdad social permitirá rediseñar valores que enfrenten éticamente el binomio ambición / conformismo, nuevos valores para un hombre respetuoso del planeta, de los seres vivientes, de los derechos colectivos, de la diversidad cultural, del ser antes del tener.
3. Considero que la Arquitectura Sustentable es una utopía; toda obra, por pequeña que sea, genera una alteración en la naturaleza. El dominio de las competencias en las distintas etapas del quehacer profesional como: diseñar, construir, operar, mantener, desmontar-demoler o reciclar, etapas que integran la totalidad del proceso arquitectónico, permitirá a los arquitectos proponer proyectos responsables hacia el medio en cada una de ellas, permitirá crear proyectos sostenibles y enfocados al beneficio social, propiciando las posibilidades para concretar una sólida sustentabilidad.

4. Critico los procesos de certificación de Arquitectura Sustentable, los cuales han demostrado ser simplemente parte de un *marketing*, cuyo objetivo es el beneficio económico, envuelto en el concepto de responsabilidad social, de los poseedores y no brindan resultados contundentes sobre el medio ambiente o a la sociedad que sirven. Involucrar a la mayoría de los arquitectos a realizar pequeñas acciones dará mayores resultados.
  
5. Propongo a la sustentabilidad arquitectónica como estrategia de acción de los arquitectos para construir una sustentabilidad sostenible. He mostrado que las soluciones más sencillas son más eficientes que las planteadas a través del alta tecnológica. La sustentabilidad arquitectónica parte de la utilización de principios bioclimáticos, biomiméticos, del ahorro energético y de la optimización del uso del agua, su adecuada aplicación garantizara altos niveles de consecución hacia el cuidado del medio.
  
6. La base bioclimática debe ser el soporte proyectual, entendiendo a la bioclimática como aquella arquitectura que logra el máximo confort interior con un mínimo de gasto energético; arquitectura capaz de aprovechar y transformar las condiciones climáticas del entorno en beneficio del confort de los espacios habitables interiores. Con ello, reniego del consumo energético para suplir los errores o ineptitudes de los arquitectos, responsables del diseño y construcción arquitectónica. Una simple gráfica solar, proporciona mayor información para un diseño arquitectónico eficaz que las más caras tecnologías.
  
7. El aislamiento térmico de las edificaciones, garantiza los equilibrios térmicos en los espacios habitables y el medio, reduciendo al mínimo, las ganancias o pérdidas calóricas producidas por los materiales de construcción y su

interrelación con la temperatura ambiental. Favorecer de manera natural la conservación de un rango térmico interior, favorece la percepción de confort de los habitantes y reduce el consumo energético al no emplear sistemas de acondicionamiento artificiales.

8. La iluminación y ventilación natural de los espacios, principios del diseño arquitectónico histórico han sido sustituidos en la actualidad por artilugios tecnológicos consumidores de energía. Es necesario que los proyectos arquitectónicos vuelvan a cumplir con estos sencillos medios para garantizar el confort interior, no por flojera o ineptitud, relegarlos a un segundo término en las obras. Somos seres solares, nuestros cuerpos requieren interactuar con el sol y la naturaleza para mantenerse sanos, desarrollar hábitats saludables es obligación y tarea de los arquitectos.
  
9. La premisa del diseño natural es el ahorro y su estrategia la eficiencia. Un simple hueso humano nos enseña como la naturaleza logro resistencia y flexibilidad, una estructura sólida y ligera a la vez, sirve para transportar y direccionar las cargas del cuerpo, además de dar soporte y permitir la movilidad, pero al mismo tiempo es un deposito de calcio, contiene tejido hematopoyético y es un reservorio de grasa; diversas formas y funciones en un solo elemento que muestra la eficiencia del diseño y del funcionamiento, una adecuada utilización de materia y energía para soportar la vida. Un diseño arquitectónico responsable maximiza rendimientos, optimiza los recorridos y las formas, minimiza las tensiones, concreta la eficiencia, lograr las metas con los mínimos recursos o lograr mas metas con los mismos recursos. Por lo anterior, los principios biomiméticos deben ser el sustento para los nuevos diseños arquitectónicos.

10. La tecnología no es, ni será, la panacea para los problemas de la humanidad. Facilitar las actividades y beneficiar la calidad de vida deben ser los objetivos de la tecnología, no supeditarse el vivir a ésta. La sustentabilidad se favorecerá del uso de la tecnología pero no debe depender de ella, el hacerlo pone en riesgo la sostenibilidad de los proyectos.
  
11. Propongo que antes de realizar proyectos que incluyan la producción de energía renovable, los objetos arquitectónicos tiendan a un ahorro energético; hoy en día, se cuenta con tecnologías económicas que permiten cumplimentar esta meta, lo mas eficiente es la utilización de los LEDs, nueva tecnología eficiente y sostenible, amortizable en el corto plazo por la reducción de consumos eléctricos, a diferencia de las tecnologías para producir energía que son caras y no amortizables. La inclusión en los proyectos de estos nuevos sistemas de iluminación, aunados a diseños basados en iluminación natural, garantizan la sustentabilidad arquitectónica, la sostenibilidad y el compromiso social, al evaluar beneficios tangibles a nivel económico que repercutirán en la conservación del medio.
  
12. El control del agua potable será el motor de los conflictos en un futuro. La crisis ambiental ha agudizado el problema de disposición del agua, aunque somos un planeta acuático solo el 2% es potable, con base a lo anterior, optimizar el uso del agua es prioritario para conseguir la sustentabilidad. Optimizar su uso, reutilizarla, reciclarla, no contaminarla, son tareas que los diseños arquitectónicos deben contemplar. Es obligación de los arquitectos conocer las opciones existentes en el mercado para estos fines o bien proponer sistemas de ahorro, lo importante es hacer algo para ampliar los beneficios de su uso por todos los grupos humanos que conforman a la sociedad.

## Conclusiones

- **El planeta Tierra está en constante evolución, lo ha estado desde su origen; como se le percibe en la actualidad no es, ni será, su estado inmanente;** la Tierra cambiará y las especies que lo habitan deberán adaptarse a los cambios o morir. Dentro de los cambios planetarios el clima ha jugado un papel importante, es indiscutible que el clima del planeta Tierra está cambiando en la actualidad, pero el fenómeno no es nuevo, ha ocurrido muchas veces a lo largo de la historia del mismo, ocasionando grandes transformaciones y extinciones masivas de las especies que lo han habitado; lo nuevo, es que ahora existimos los seres humanos. Tal vez, parte del fenómeno climático actual sea nuestra culpa y además hoy, se tiene conciencia de la posibilidad de extinguirnos de la faz del planeta de incrementarse el fenómeno. El problema no es la desaparición del planeta como se intenta apocalípticamente convencer a la sociedad a través de los medios de comunicación; el planeta Tierra cuenta aún con unos 4,500 millones de años más de vida, antes de que el Sol lo calcine definitivamente. **El problema es que los cambios climáticos están generando y van a generar en el mediano plazo, conflictos sociales y económicos que ponen en duda la sobrevivencia de la especie humana como se le ha conocido o conceptualizado.** El planeta Tierra continuará su existencia y evolución, en la realidad, lo que no se dice, es que somos parte de un suicidio colectivo, la especie humana está cavando su propia tumba, no la del planeta.
- Los términos de sostenibilidad y sustentabilidad poseen acepciones diferentes, para interés de la presente investigación se definieron de la siguiente manera:

**Sostenibilidad:** identifica “la capacidad de mantener de manera continua una acción”, nació más con una vocación económica que ecológica, permite

referirse a proyectos de inversión que no requirieran inversión constante para mantenerse funcionando, sino a partir de una inversión inicial fueran capaces de ser autosuficientes económicamente hablando, permitiendo de esta manera, apoyar más el desarrollo social por un buen uso de los recursos financieros.

**Sustentabilidad:** “Sostener un cuerpo a otro. Defender, mantener una opinión o idea. Proveer lo necesario para vivir”. El término sustentabilidad nació para sustituir al término de sostenibilidad, a éste se le asignan más elementos ecológicos y sociales, mientras que a la sostenibilidad se le asignan repercusiones económicas.

- **La Arquitectura Sustentable es una utopía en la actualidad, tal vez, una posibilidad futura**, dependerá del mejoramiento de los procesos implícitos en su concreción.
- **Cualquier obra arquitectónica, por pequeña que ésta sea, genera una alteración en el medio** que se ubique, tanto por los procesos constructivos como los derivados de su operación y mantenimiento; la reducción de dichos impactos son el objetivo de la sustentabilidad, por esta razón, la sustentabilidad se consolida como una utopía, será una posibilidad que dependerá de aspectos diversos como:
  - Conocimientos y dominio del arte de la Arquitectura, enfocados hacia un diseño responsable con el ambiente y la sociedad.
  - Acatamiento del marco normativo y legal vigente de aplicación a los procesos de diseño y construcción urbano-arquitectónica.
  - Actitud ética y responsable frente a la sociedad, los clientes, la Historia y el medio.
  - Habilidad para seleccionar las tecnologías de vanguardia que permitan, dentro de un marco de sostenibilidad, generar objetos arquitectónicos con una visión sustentable.

- Capacidad prospectiva para visualizar los comportamientos futuros de los materiales, sistemas constructivos, operación, mantenimiento y reciclaje de las obras diseñadas y construidas.
  - Planificación del ahorro energético de las obras, así como, la optimización del uso y reciclaje del agua.
- **¡Lo sustentable es un problema educativo y ético!** El proceso de re-educación hacia el binomio **ambición/conformismo**, vendrá a generar un cambio sobre los conceptos y valores que domina al consumo, consumo que hoy en día, está manipulado por los medios de comunicación masiva y los intereses industriales, a quienes solo interesa la ganancia económica mas que la calidad de vida de la sociedad. Mientras las sociedades no se convenzan acerca de la reducción de aspiraciones superfluas de los estilos de vida y se reduzcan los índices de natalidad en los países subdesarrollados, no se podrá aspirar a una sustentabilidad global.
- A nivel de los arquitectos se encuentra un gran problema. El sistema educativo nacional enfrentó su revisión a partir de 1990 con la firma del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC). Antes de esa fecha no se hablaba de la necesidad de re-certificar, de la educación continua, competitividad y menos aun, de calidad profesional. La certificación educativa se daba a través de la obtención del título y la cédula profesional, otorgadas por una institución educativa y respaldada por la Secretaria de Educación Pública (SEP). La mayoría de los egresados, una vez obtenidos esos documentos, se despreocupaban de actualizar sus competencias, raros eran aquellos que continuaban su preparación de manera informal a través de la lectura o participando en eventos de divulgación, o bien, por medio de estudios formales de posgrado. No existían motivos para hacerlo, ni la sociedad reclamaba la calidad profesional, ni la competitividad, ni representaba mejores ingresos al profesionista invertir en una educación continua, era mas un asunto personal que social. Al aparecer el apartado de Servicios en el TLC, con la posibilidad laboral internacional de los firmantes, los norteamericanos se opusieron a reconocer a los arquitectos



mexicanos, y canadienses, --a los mexicanos sobretodo--, por no contar con mecanismos de educación continua obligatoria que ofreciera garantías de profesionalismo hacia la sociedad, como ellos con su sistema de BOARDS, --exámenes anuales para obtener la autorización del ejercicio profesional--, ellos no cuentan con una institución federal que regule el ejercicio profesional, sino funcionan a través de un modelo gremialista estatal que requiere de realizar dichos exámenes y demostrar los conocimientos y experiencia para el ejercicio profesional y la protección de la sociedad de sus acciones. El marco legal educativo nacional no previó este tipo de procesos de evaluación, aunque sí, la exigencia de protección a la sociedad por medio de la Ley de Profesiones, pero no el cómo. **Es necesaria la modificación de la Ley de Profesiones, haciendo obligatoria la re-certificación profesional de manera quinquenal, para garantizar los niveles de calidad de atención a la sociedad.**

- Los estudios analíticos realizados a los edificios de la Academia de Ciencias de California y al City Hall de Londres, permitieron verificar que ambos proyectos poseen buenas propuestas hacia lo sustentable, pero también propuestas no muy eficaces. Al final propuestas, búsquedas de solución, que es lo importante, **no solo criticar lo que no funciona sino proponer**, aunque se fracase, de esos fracasos surgirán alternativas que vayan mejorando paulatinamente el cuidado del medio ambiente y permitirán ir concretizando una Arquitectura Sustentable en el futuro.
- Los proyectos analizados son edificios certificados con la mas alta puntuación, tanto en el BREEAM europeo, como con el LEED norteamericano. En el caso del City Hall de Londres, ya presentó su re-certificación, la cual no pudo mantenerse con el nivel calificado en el proyecto; esto ha sucedido con la mayoría de los edificios certificados por lo que muchos críticos han señalado que se requiere la reducción de las expectativas hacia la Arquitectura Sustentable. **La certificación se consolida mas como un marketing que permite obtener beneficios fiscales y sociales a través de anunciarse como empresas**

**“socialmente responsables” que una Arquitectura Sustentable**, así como el de poder obtener costo de venta mayores, pero en la realidad no aportan grandes ventajas hacia el medio ambiente, además de representar un porcentaje mínimo de los metros cuadrados construidos cada año en el planeta, así como altos costos de construcción, operación y mantenimiento. El objetivo será concientizar a la mayoría de quienes están en relación con los procesos formales de construcción con respecto a la sustentabilidad y sostenibilidad, entonces será posible lograr la preservación del medio y el desarrollo social.

- **Fueron las propuestas bioclimáticas en los edificios analizados, las que mejores resultados dieron.** La búsqueda de iluminación, calentamiento y ventilación de manera natural fue notoria en ambos proyectos. La integración de aislamiento térmico en los edificios fue otro de los factores que garantizaron mejorar en el comportamiento y reducción en el uso de medios artificiales de acondicionamiento. **Queda demostrado que son las cosas sencillas las que mejores resultados producen**, en cambio, el uso de tecnología de vanguardia solo aumentaron los costos de construcción y mantenimiento y su eficiencia es muy reducida en la actualidad, no rebasa un 17%, con procesos de amortización muy largo que cuando están por cumplirse ya requieren cambiarse las tecnologías. Es mucho más eficiente consumir energía eléctrica de plantas hidroeléctricas, evitando el uso de fuentes no renovables. Es obvio que mostrar la tecnología en los edificios vende más la propuesta de ser construcciones de vanguardia, pero los costos y eficiencia, repercuten finalmente hacia la sociedad. ¡Está claro! que **es más importante reducir los consumos energéticos** con los diseños arquitectónicos, incorporando iluminación y ventilación natural a todos los espacios, la utilización de nuevas tecnologías como los LEDs, dan mucho mejores resultados que la producción de energía por fuentes renovables. Los LEDs son caros pero eficientes en la actualidad, su costo es fácilmente amortizado por el ahorro energético que presentan.

- Las áreas a difundir como soporte para conseguir que la sustentabilidad arquitectónica y que ésta sea sostenible son:
  - **Diseño arquitectónico responsable**
  - **Empleo de materiales, ecotécnicas y procesos constructivos de bajo impacto energético**
  - **Ahorro energético**
  - **Optimización del uso del agua**
  - **Administración ecológica de los espacios urbano-arquitectónicos**
  - **Actitud profesional ética**

## Fuentes de información

### Bibliografía

- BATTISTA ALBERTI, León (1516) De Re Aedificatoria, Ediciones Akal, Madrid.
- ASECIO CERVER, Francisco (1999) Ecological architecture: tendencias bioclimáticas y arquitectura del paisaje en el año 2000, Loft Publications, Barcelona
- BEHLING, Sofía – BEHLING, Stefan (2002) SOL POWER, la evolución de la arquitectura sostenible, Editorial Gustavo Gili, Barcelona
- ESTEVA LOYOLA, Ángel (1996) Análisis para proyectos y evaluación de edificios y otras construcciones, Instituto Politécnico Nacional, México
- GARCIA VAZQUEZ, Carlos (2004) Ciudad hojaldre, visiones urbanas del siglo XXI, Gustavo Gili, Barcelona
- GLANCEY, Jonathan (2001) Historia de la Arquitectura, Grupo Planeta-Dorling Kindersley, México
- GONZALO, Guillermo E, (2005) Manual de Arquitectura Bioclimática, Nobuko, Buenos Aires, Arg.
- HWANG, Irene (2006) Verb Nature, Edición Actar, Barcelona
- KING BINELLI, Delia (1994) Acondicionamiento bioclimático, Universidad Autónoma Metropolitana, México
- LEACH, Neil (2001) La an-estética de la arquitectura, Editorial Gustavo Gili, México
- LOVELOCK, J.E (1985) GAIA una visión de la vida sobre la tierra, Biblioteca de Divulgación Científica Muy Interesante, Ediciones Orbis, S.A., Barcelona
- MONTANER, Josep Ma. (1993) Después del movimiento moderno, arquitectura de la segunda mitad del siglo XX, Editorial Gustavo Gili, Barcelona
- ROCA, Miguel Ángel (2005) Arquitectura del siglo XX, una antología personal, Summa libros, Argentina
- RODRIGUEZ LLERA, Ramón (2006) Breve historia de la arquitectura, Editorial Diana, México
- ROSSI Aldo (1966) La arquitectura de la ciudad. Editorial Gustavo Gili, México
- RUANO, Miguel (1999) EOURBANISMO entornos humanos sostenibles: 60 proyectos, Gustavo Gili, Barcelona
- VENTURI, Robert (1966) Complejidad y contradicción en Arquitectura, Editorial Gustavo Gili, Barcelona
- VITRUVIO POLION, Marco (S. I D.C.) Los Diez Libros de Arquitectura, Ediciones Akal, Madrid.

## Artículos de revistas e internet

- CASULLO, Nicolás (1986) Las dos caras de la utopía, Clarín, suplemento Cultura y Nación, 30 de enero de 1986
- EISENMAN, Peter (1984) El Fin de lo Clásico, Arquitecturas bis num. 48, USA
- EREC, European renewable energy council. Rethinking2050.
- KING BINELLI, Delia (1994) Acondicionamiento bioclimático, Universidad Autónoma Metropolitana, México
- KOLLENY, Jane (2010). Green source pag.53-57. Julio-Agosto 2010
- MALIN N. Sprouting green leaders (42-45). Green Source. The magazine of sustainable design. July-August 2010
- MALIN N. There are numerous ways to determine just how sustainable so-called green products are today (173-178). Architectural Record. 02/2003
- MERKEL, Jayne. London city hall (110-123). Architectural Record, Febrero 2003
- OCAMPO R, Ernesto. Curso propedéutico 2010. UNAM
- TSCHUMI, Bernard (1981) The Manhattan Transcripts, Academy editions, Londres
- USGBC (2011) Your top 10 reasons, revista Green Source, marzo-abril 2011

## Bibliografía APA

(s.f.).

Asignaturas. (2007). *WWW.TECNUM.ES*. Recuperado el 20 de 04 de 2011, de WWW.TECNUM.ES:

[www.tecnum.es/asignaturas/Hipertexto/PobHum.html](http://www.tecnum.es/asignaturas/Hipertexto/PobHum.html)

Barba, J. (2011). *Greenarchitecture*. Barcelona: LOFT.

Bioconstruccion. (2005). *Wikipedia.or*. Recuperado el 20 de 04 de 2011, de wikipedia.org:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Bioconstrucci%C3%B3n>

Bioetica. (2010). *wikipedia*. Recuperado el 16 de 3 de 2011, de wikipedia:

[es.wikipedia.org/wiki/Bioetica](http://es.wikipedia.org/wiki/Bioetica)

Brundtland. (2000). *wikipedia*. Recuperado el 14 de 3 de 2011, de wikipedia:

[es.wikipedia.org/wiki/Informe\\_Brundtland](http://es.wikipedia.org/wiki/Informe_Brundtland)

Brundtland, i. (1987). *ONU*. Recuperado el 12 de 02 de 2011, de ONU:

[wikipedia.org/Brundtland\\_informe](http://wikipedia.org/Brundtland_informe)

California, A. d. (2010). *www.calacademy.org*. Recuperado el 5 de 11 de 2011, de

[www.calacademy.org/academy/building](http://www.calacademy.org/academy/building): [www.calacademy.org](http://www.calacademy.org)

Desarrollo. (2010). *wikipedia*. Recuperado el 12 de 3 de 2011, de wikipedia:

[es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)

Diaz, M. (24 de mayo de 2011). *brm*. Recuperado el 1 de septiembre de 2011, de brm:

<http://www.brmconsulting.com.mx/noticias/2011/05/consumo-energetico-en-el-sector-vivienda-en-mexico/>

Durkin, M. (2007). La gran estafa del calentamiento global. Londres, Canal 4 BBC, Inglaterra.

- Ecosistema. (2010). *wikipedia*. Recuperado el 14 de 3 de 2011, de wikipedia:  
[es.wikipedia.org/wiki/Ecosistema](http://es.wikipedia.org/wiki/Ecosistema)
- Estilo. (2008). *wikipedia*. Recuperado el 26 de 3 de 2011, de wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Estilo\\_de\\_vida](http://es.wikipedia.org/wiki/Estilo_de_vida)
- Evolucion. (2010). *wikipedia*. Recuperado el 14 de 3 de 2011, de wikipedia:  
[es.wikipedia.org/wiki/Evolucion\\_Biologica](http://es.wikipedia.org/wiki/Evolucion_Biologica)
- Gate, P. G. (2009). *www.golden\_gate\_park*. Recuperado el 5 de 11 de 2011, de  
[www.golden\\_gate\\_park:www.golden\\_gate\\_park/history](http://www.golden_gate_park:www.golden_gate_park/history)
- George, B. (2011). Sustainability scrutinized criticism in academic profesional discourse.  
*Architectural Record*, 35.
- Irradiancia. (8 de 2010). *wikipedia*. Recuperado el 23 de 1 de 2011, de wikipedia:  
[es.wikipedia.org/wiki/Irradiancia](http://es.wikipedia.org/wiki/Irradiancia)
- Kioto, p. (2005). *Protocolo de Kioto*. Recuperado el 12 de 02 de 2011, de Protocolo de Kioto:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_Kioto\\_sobre\\_el\\_cambio\\_clim%CE%A1tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%CE%A1tico)
- Leach, N. (2005). *La An-estética de la Arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.
- LEED. (2010). *wikipedia*. Recuperado el 12 de 4 de 2011, de es.wikipedia.org:  
[es.wikipedia.org/wiki/LEED](http://es.wikipedia.org/wiki/LEED)
- Merkel, J. (2003). London City Hall. *Architectural Record*, 110-123.
- México, C. e. (2005). *google*. Recuperado el 24 de 3 de 2011, de google:  
[http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=eg\\_use\\_elec\\_kh\\_pc&idim=country:MEX&dl=es&hl=es&q=consumo+electrico+n+mexico](http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=eg_use_elec_kh_pc&idim=country:MEX&dl=es&hl=es&q=consumo+electrico+n+mexico)
- Montaner, J. M. (1992). *Despues del movimiento moderno*. Barcelona: Gustavo Gili.
- mundial, C. e. (2005). *wikipedia*. Recuperado el 23 de 3 de 2011, de wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Consumo\\_y\\_recursos\\_energ%C3%A9ticos\\_a\\_nivel\\_mundial](http://es.wikipedia.org/wiki/Consumo_y_recursos_energ%C3%A9ticos_a_nivel_mundial)
- Poblacion. (2010). *Wikipedia*. Recuperado el 15 de 03 de 2011, de Wikipedia.org.es:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci%C3%B3n\\_mundial](http://es.wikipedia.org/wiki/Poblaci%C3%B3n_mundial)
- Sepiensa. (2000). *Sepiensa*. Recuperado el 12 de 02 de 2011, de Sepiensa:  
[sepiensa.org.mx/contenidos/200](http://sepiensa.org.mx/contenidos/200)
- Sustentable. (2010). *es.wikipedia.org*. Recuperado el 20 de 11 de 2011, de  
[es.wikipedia.org/wiki/arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/arquitectura_sustentable):  
[es.wikipedia.org/wiki/arquitectura\\_sustentable](http://es.wikipedia.org/wiki/arquitectura_sustentable)
- Tierra, C. d. (1997). *Cumbre de la Tierra*. Recuperado el 12 de 02 de 2011, de Wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre\\_de\\_la\\_Tierra\\_de\\_R%C3%ADo\\_de\\_Janeiro](http://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre_de_la_Tierra_de_R%C3%ADo_de_Janeiro)
- USA, C. e. (2006). *google.com*. Recuperado el 23 de 3 de 2011, de google.com:  
[http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=eg\\_use\\_elec\\_kh\\_pc&idim=country:USA&dl=es&hl=es&q=consumo+electrico+n+estados+unidos](http://www.google.com/publicdata?ds=wb-wdi&met=eg_use_elec_kh_pc&idim=country:USA&dl=es&hl=es&q=consumo+electrico+n+estados+unidos)
- Venturi, R. (1966). *Complejidad y Contradiccion en Arquitectura*. USA: Gustavo Gili.
- Vida. (2010). *wikipedia*. Recuperado el 23 de 2 de 2011, de wikipedia: [es.wikipedia.org/wiki/Vida](http://es.wikipedia.org/wiki/Vida)
- Vida, C. d. (2005). *wikipedia*. Recuperado el 25 de 3 de 2011, de wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad\\_de\\_vida](http://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_de_vida)
- Vitruvio, M. P. (79). *Los Diez Libros de la Arquitectura*. Roma: Ediciones Akal.
- Wiki. (2005). *Enciclopedia wikipedia*. Recuperado el 12 de 02 de 2011, de Enciclopedia wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)
- WIKI. (2005). *wikipedia.org*. Recuperado el 20 de 04 de 2011, de wikipedia.org:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Tierra>

Wikipedia. (2010). *Wikipedia*. Recuperado el 12 de febrero de 2011, de Wikipedia:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_sostenible](http://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_sostenible)  
Wordpress. (13 de 07 de 2008). *wordpress.com*. Recuperado el 15 de 03 de 2011, de  
woedpress.com: <http://cuantics.wordpress.com/2008/07/13/arquitectura-biomimetica/>