

00149



BIOCLIMATICA VERTICAL CN + 4N
CLIMATIZACION NATURAL PARA EDIFICACIONES DE MAS DE 4 NIVELES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ARQUITECTURA

PRESENTA RAUL HUITRON RIQUELME

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO
EN ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
MAYO 2004





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.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA DE QUÍMICA

1960



BIOCLIMATICA VERTICAL CN 4N

CLIMATIZACION NATURAL PARA EDIFICACIONES DE MAS DE 4 NIVELES

Director de Tesis: Mtro. Arq. Francisco Reyna

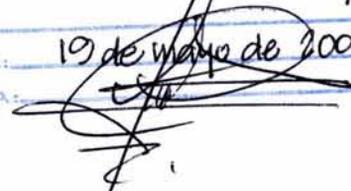
Sinodales: Dr. Arq. Diego Morales R.
Mtro. Arq. Jorge Rangel D.
Mtro. Arq. Enrique Sanabria A.
Arq. Héctor Ferreiro L.

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO
EN ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
MAYO 2004

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Raúl Huxtrón Riquelme

FECHA: 19 de mayo de 2004

FIRMA: 



Si tan sólo tuviera más formas de decir "gracias" a los que han juntado conmigo su tiempo, su inspiración, regalándome los pedazos del mapa que dan forma a cada fuselaje que construyo, les dejaría en su buró, todos los días, un frasco con el olor de las flores que recojo en cada campo que vuelo, donde aterriza un planeador como estos.

A Bety, por dibujar conmigo cada ruta por el cielo, virando lentamente cada vez que nos gusta el color del paisaje, quedándonos arriba cuando el aire está tibio con olor a tu perfume.

A mis padres, por acompañarme a despegar y recogerme cada vez que fallaba un ala. Papá, "soy yo, el enano." Mamá, "¿me quieres?" Gracias por dejarme ser Popeye El Marino cada día que me levanto, cada nuevo día.

A mi hermanita Gina, porque sientas tan tuyo lo que logramos como hermanos, les regalo a ti, a Javier, Tamara y Javierón, el sueño que me inspiró este trabajo como un pasaje de abordar hacia nuevas aventuras.

A Quity, por recordarme todos mis vuelos, nunca olvidaste alguno, hasta en las madrugadas para activar, si fuera necesario, el piloto automático.

A la familia Barreiro, Don Juan, la Sra. Lola, Ana, Juanito, Tiiño, Sofi y Fabián, por recibirme como parte de su escuadrón.

A los que confían por mantener lista la formación aérea, Guillermo De la Fuente, Roberto Córdova, Angel Peña, Lilí González, Luis Alfredo Miranda, Mariola Sordo, Víctor Márquez, Guadalupe Germenos, Víctor Fernández, Juan Carlos del Puerto, siempre por nuevos paisajes.

A José Picciotto, Agustín Hernández y Roxana Villalobos, por enseñarme a construir mi propio dinamo planeador.

A la tripulación completa de Picciotto Arquitectos, por aprender juntos en este airbus.

En recuerdo de mi tía Marta Riquelme, mi abuela Jose y Lourdes Barros, siempre tendré su sello y firma en cada ala.

Más vale tarde, al Arq. Francisco Terrazas, por autorizar mi permanencia en la "escuela de pilotos".

GRACIAS DIOS, POR DARME ALAS.



Indice

		Pag.
	Prólogo	
	Arq. Agustín Hernández	2
	Arq. José Picciotto	3,4
	Introducción	5,6
		7
	1.1 En siglo XX	7,8
	1.2 En el fin de siglo	9,10
	2. Principios Ecológicos	11
	2.1 Definiciones	12 - 14
	2.2 Campos de acción	14,15
	2.3 Edificación y ecosistema	15,16
	3. Algunos	17
	3.1 GLA	17 - 20
	3.2 Torre Editt	21 - 25
	3.3 Torre Parque Insurgentes	26 - 31
	4. DINAMO CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO	32
	Inductor	33 - 37
	Inducido	37, 38
	4.2.1 Parámetros de confort	38 - 40
	4.2.2 Transmisión de calor	40, 41
	4.2.3 El cuerpo humano	42, 43
	4.2.4 Sistemas Pasivos	44 - 47
	4.2.5 Tecnología para control de ganancias de calor exteriores	47 - 51
	4.2.6 Tecnología para control de ganancias de calor interiores	51 - 54
	4.3 Sistema Captador	55 - 58
	4.3.1 Generación de energía	58,59
	Conclusiones	60
	Bibliografía	61, 62
	Glosario	63, 64



Prólogo



Casa Hernández, México, D.F., Agustín Hernández

La sustentabilidad y el diseño con el clima principia por una cosmovisión orgánica que profese un retorno cíclico entre las formas de geometría habitable y sus procesos vitales. Esta dinámica creativa establece una nueva relación tridimensional: **objeto – espacio – energía**, como si todo gravitara hacia su propio centro, transformando la dimensión vivencial de los espacios en ecosistemas edificables.

Cada etapa establece metas de acoplamiento desde su estructura a las tramas generadoras de tejidos y sistemas de activación mecánica, dependiendo de la escala y formación platónica según la fila espacial desprendida del programa de necesidades. Esta planeación casi rítmica del esqueleto, instalaciones y envolvente, seduce la creación arquitectónica a la abstracción de los volúmenes en su propio espíritu biológico, sobre cualquier marco urbano.

El lenguaje enunciado por la danza solar y el aliento de la boca celeste, abren el horizonte como pista de orientación del proyecto que confirma su ascendencia histórica con nuevos instrumentos tecnológicos para afinar su desempeño interior. Esta influencia de "natura" transforma la conciencia del arquitecto hacia la percepción de cuerpos mutables en esbelta presencia como hitos reinventados ante la posibilidad de un nuevo urbanismo en el aire.

Así, el enfoque temático sobre **Bioclimática Vertical** desprende una promisoría jerarquía plástica avistada por los cazadores del futuro que apuestan por la evolución del conocimiento modelador de la habitación humana.

Agustín Hernández arquitecto
abril de 2003



Prólogo

Antes del año 2000, creíamos que el cambio de siglo iba a darnos un sistema de vida basado en la ultra-alta tecnología; automatización, control, botones en todos lados para satisfacer todas nuestras necesidades por simples que fueran. A través del cine, la televisión, de los dibujos animados, etc. al año 2000 se le creó un aura paradigmático, como si nunca fuera a llegar; pero también creíamos que cuando llegara iba a ser la solución a muchos de nuestros problemas.

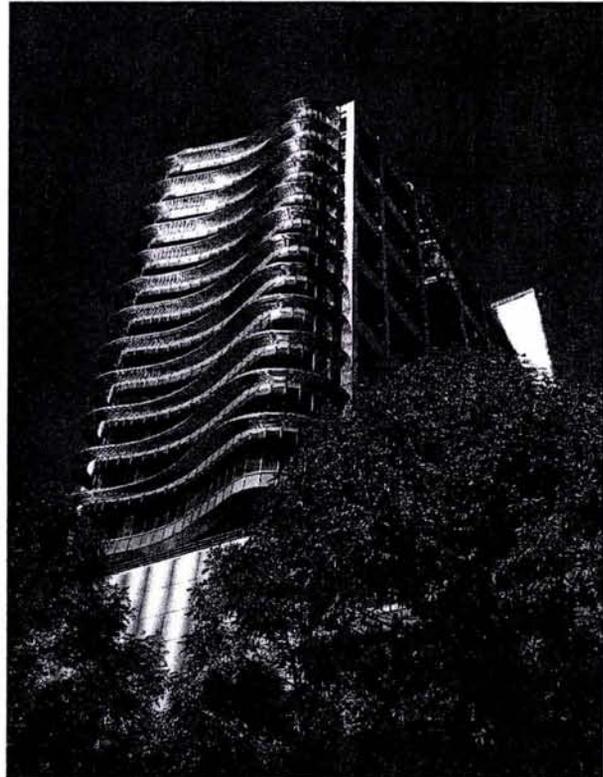
Cuando observábamos una película de corte futurista o una serie animada como los supersónicos, visualizábamos que así iba a ser nuestra rutina cuando arribara el codiciado año 2000, umbral del siglo 21.

A 3 años de distancia, posteriores al cambio de siglo, podemos resaltar algunos datos importantes una vez disipada la nube de humo de la gran parafernalia y dispendio mercadológico que enmarcaron el "milenio".

Dispendiosa celebración donde inclusive la arquitectura se hizo presente, y de manera remarcada por el domo del milenio en Greenwich, Inglaterra, un lugar de manifiesto evolutivo de la vida humana hasta nuestros días.

La arquitectura es el soporte físico del avance de los tiempos, es la que marca la huella y estructura las situaciones económicas y culturales de los países y sus ciudades. La arquitectura es la que hace a las ciudades y la que nos habla de ellas. En el pasar de los últimos tiempos se ha vivido un notable avance en todas las áreas de servicio al ser humano y la arquitectura una de ellas.

Se está tomando conciencia de la sustentabilidad en la forma de vida, en la forma de actuar y lo construido no queda fuera y contribuye, inclusive soporta en gran parte la consigna, en la actitud hacia una forma de vida sustentable. Esta tesis se da en un momento preciso y necesario para reflexionar del futuro de cómo evaluar, aplicar y entender la participación de la arquitectura.



Torre Parque Insurgentes, México, D.F. José Picciotto



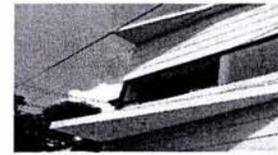
Huitrón hace referencias básicas, elocuentes y sencillas, a veces tan sencillas que las damos por hecho; pero por lo mismo se pasan por alto.

Se habla de la naturaleza con su sabiduría lógica como fuente inmediata de recursos, que apoyado a ella se llegaría a una sinergia complementaria y proactiva.

El autor nos hace ver como la principal herramienta de diseño sigue siendo el elemental y obligado respeto al Sol, como detonante a todos los procesos de diseño en un marco de equilibrio. El Sol nos da al huésped principal de cualquier habitáculo construido; la luz que en conjunto con el ocupante son el principal objetivo de esta búsqueda.

Lo que me queda evidente es el hecho de que volviendo a lo básico y lógico como la reacción del aire en el dinamo y su analogía inscrita en este trabajo, las respuestas para el futuro están en la naturaleza; y es voltear hacia ella para llegar a las oportunidades que es una mejor calidad de vida.

José Picciotto arquitecto
diciembre de 2003



Introducción

De nuevo me encuentro con el firme propósito de escribir la introducción que sintetice, en forma digerible, el contenido de este documento que es mi tesis de maestría.

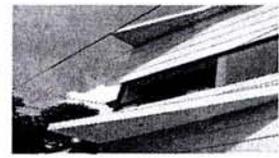
Hablando del ejercicio profesional, los despachos de arquitectura incluyen con mayor frecuencia conceptos relacionados con el *bioclima* y el confort de los espacios interiores aprovechando el medio ambiente. De tal modo que el fundamento de cada propuesta no sólo depende del conocimiento empírico, sino de un acervo de consulta apropiado, que prácticamente, se ejemplifica a partir de casas-habitación. ¿Se aplicarán los mismos métodos cuando se trate de edificios con mayor escala? ¿es el mismo criterio para resolver oficinas, departamentos o centros corporativos con usos mixtos? El interés por contestar estas preguntas representan el origen de este trabajo.

El concepto de *arquitectura bioclimática* ha sugerido los últimos años, un calificativo presuntuoso referido a una arquitectura de vanguardia que se fusiona con los principales caracteres de su entorno, sin embargo, ¿estaremos rompiendo verdaderamente nuestro propio paradigma de diseño? Basta que hagamos un recuento de la historia, principalmente la mexicana, para darnos cuenta de la realidad de este título, aparentemente novedoso. La arquitectura vernácula ha dado muestra del entendimiento de los habitantes, no sólo como un resumen ideológico específico, sino de un criterio de confort inherente a su propia cultura, convirtiendo la arquitectura en el traductor del clima y un testigo histórico permanente.

Los pensamientos que dan origen a la "praxis" de la *sustentabilidad* nos remiten al papel evolutivo de la *técnica*, autora de la provocación de la naturaleza para obtener los satisfactores espaciales adecuados. Uno de los filósofos de la técnica, *Ernst Kapp*, la describe en su libro "*Líneas Fundamentales de una Filosofía de la Técnica*"(*), como la extensión orgánica de la función humana, o para nuestra interpretación, en forma de la adaptación del hombre a su morada.

Bioclimática Vertical refiere el interés por presentar una metodología de diseño bioclimático para edificaciones con un desarrollo vertical (+ de 4 niveles), enunciando tecnologías apropiadas de acuerdo a la región y país, tomando a la Ciudad de México como marco de referencia. Encontraremos una precisa secuencia en la forma de una propuesta analógica similar a un "ensamblaje" de piezas resueltas al armado de un prototipo o a la conversión sustentable del proyecto arquitectónico según su tipología con resultados y alcances que serán expuestos a través de un conjunto de imágenes virtuales o simulación de condiciones demostrando la eficiencia de nuestro nuevo modelo circunscrito en el lenguaje binario de **calidad de vida** y **ahorro de energía**.

* *KAPP Ernst,*
Grundlinien einer Philosophie der Technik
Braunschweig, 1877
 Traducido como "*Líneas Fundamentales de una Filosofía de la Técnica*", en
LOPEZ CEREZO José Antonio et al. (edit)
Filosofía de la Tecnología
Madrid, OEI: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación,
la Ciencia y la Cultura, 2001.

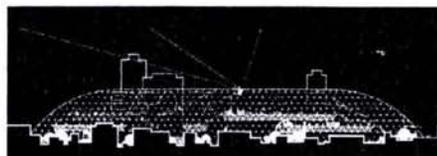


Con estas ideas, integramos la técnica de los conocimientos heredados con metodologías científicas que apuntan hacia nuevas tecnologías, las cuales tienden a indicar el estudio de los procedimientos, instrumentos y la coordinación de las normas más idóneas en la realización de un proyecto arquitectónico, de tal manera que la tecnología representa un momento de la práctica disciplinaria con carácter operativo. Así, la "vanguardia" intenta anticipar y suministrar los elementos indicativos que aumenten el potencial de uso general de las estructuras productivas dirigidas a la promoción de recursos espaciales y del interés intrínseco del ahorro energético.

La mención de los conceptos anteriores parecieran bloques de vidrio prismático que dejaran ver la silueta, el contorno de la forma tomada por este título hacia la mejor comprensión del diseño bioclimático y las herramientas tecnológicas en su desenvolvimiento hacia la verticalidad. **Bioclimática Vertical** pretende dar conciencia a los arquitectos y urbanistas sobre la evolución que pudieran tener los sistemas de vida de las nuevas ciudades, no hacia las periferias como ha venido ocurriendo, sino en su propio emplazamiento, con un desarrollo lógico ante la falta de superficie en tierra y la rentabilidad de la misma.

Actualmente, las ciudades crecen de forma fragmentaria y desordenada por lo que debe leerse y buscar la dirección a donde quieren ir, donde sus funciones serán mas dispersas o concentradas, si existen espacios abiertos maleables, ofreciendo un marco contextual que define parte del carácter espacial de las edificaciones. Una estrategia útil para la planeación arquitectónica sustentable principia por disolver lo política y económicamente relevante a sus alrededores, como elementos que facilitan la concreción del programa de necesidades y de funcionamiento de los espacios con presencia innovadora. De este modo, la arquitectura puede diseñar las condiciones que logran afectar el comportamiento social, además de convertirse en el principio para regresar "a lo natural".

El objetivo para quien consulte este texto, es revelar el conjunto de resultados a obtener en proyectos futuros, para beneficio de quien lo ocupará, de la inversión misma y la amortización de capital, enunciado por un orden lógico de procesos con distintas y novedosas herramientas capaces de perfeccionar este oficio. Los ejemplos adoptados hacia este criterio conceptual de diseño darán muestra de los beneficios energéticos y financieros, siendo este último, nuestro báculo de convencimiento de los creyentes en la inversión de bienes raíces hacia la creación de espacios que parecieran flotantes o una nueva esperanza por la calidad de vida de generaciones futuras.



1. Antecedentes Históricos

Los primeros indicios documentados referentes a la relación entre los entornos natural y artificial en la civilización occidental aparecen con *Vitruvio* (año 100 d.C.), quien menciona conceptos como el emplazamiento, la orientación y la iluminación natural, aunque presenta a la naturaleza solamente como satisfactor de las necesidades humanas.

A través del tiempo, fue enfatizándose el interés por aprovechar el asoleamiento y la ventilación natural sin que se presentara una auténtica preocupación sobre el agotamiento y recuperación de los recursos a corto, mediano y largo plazo.

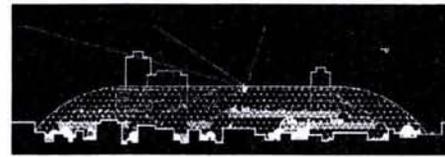
Otro cambio en la sociedad humana, entre los siglos XIV y XVII en Europa occidental, principió por la evolución del concepto de espacio como jerarquía de valores, siendo sustituido como sistema de magnitudes, donde la aplicación de números presentara un importante desarrollo de los hábitos científicos del pensamiento, dando como consecuencia, dos siglos más tarde, la *Revolución Industrial*, la producción en masa y la edificación con sistemas estandarizados. Así, en el siglo XIX, el perfil de las llamadas ciudades industriales era inadecuado e insalubre, pero al mismo tiempo se gestaba la preocupación por la preservación de la naturaleza.

1.1 En el siglo XX

Durante el siglo XX nos encontramos propuestas del llamado "*movimiento moderno*", donde algunas de ellas muestran nuevamente a la naturaleza como el paisaje de la urbanización y de las nuevas franjas no edificadas para el nuevo juguete tecnológico: el automóvil y su influencia preponderante en los filósofos del espacio europeo como *Le Corbusier*. Más tarde vino otro cambio, al terminar la Segunda Guerra Mundial con la aparición de un nuevo tema que también impactaría en la arquitectura: **el ahorro de energía**.

En la década de los años 50's y 60's, se aprovecha la energía nuclear con usos civiles, además de realizar diversas investigaciones sobre sistemas de energía alternas que pudieran reemplazar a los combustibles fósiles no renovables. La tecnología y la ciencia fueron aplicadas hacia el desarrollo de la energía solar, eólica, térmica, de las mareas y cualquiera de ellas que fuera renovable y abundante, de tal manera que se inició una exploración tecnológica sin precedente hacia otras tecnologías como la médica o la conquista del espacio.

Así, la supuesta modernidad ha intentado combinar la belleza del objeto y su validez moral con apego a la técnica y sus valores éticos hacia la evolución del mundo encontrando resultados de la experimentación tecnológica, dominando sin excepción las técnicas constructivas y de proyección geométrica, como se mostraría en algunos ejemplos que menciono a continuación.



En los años 60's, los proyectos de *Buckminster Fuller* incluyen el concepto de "sea farming" cuyo principal objetivo consistía en proveer del alimento necesario a sus habitantes, así como su interés no sólo de adelantados criterios estructurales geodésicos, sino de la creación de microclimas a partir del "encapsulado" de una parte de la ciudad con temperatura promedio, humedad relativa y calidad del aire controladas en la búsqueda de confort a gran escala.



Esquema de Buckminster Fuller

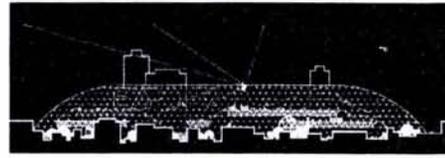
Frank Lloyd Wright estaba convencido que la asociación de hombre y naturaleza ofrecía directamente un mayor bienestar personal, afirmando:



Croquis del "Broadacre", Frank Lloyd Wright

"... La Naturaleza es todo lo que llegaremos a conocer del cuerpo de Dios...". Para sus propuestas escogió el nombre de *arquitectura orgánica*, término que se debía a su "lieber Meister", Louis Sullivan, donde el edificio siempre armoniza con el presente, con el entorno y con el hombre. Con esta intención propone lo que denominó "*Broadacre*" (1934), donde se refiere a ciudades con una baja densidad urbana en contacto directo con la naturaleza. Este proyecto urbano presenta una tipología de la unidad de vivienda que se encontraría en un acre de tierra, y que además podría ser trabajada para permitir un sentido de vida independiente al satisfacer sus principales necesidades. Por delante de este concepto viene el prototipo de rascacielos orgánico de *Wright*, *One Mile High* o *Torre de la Milla* (1956), no sólo desafiando la tecnología existente sino ofreciendo un nuevo modo de crecimiento urbano hacia la verticalidad.

Uno de los caracteres que se heredan de este autor hacen referencia al manejo de los materiales, principalmente de la envolvente, en su estado original, sin aplanado, pintura u ornamento que modifique su naturaleza, mostrando así un carácter más sólido y auténtico, además de presentar un lenguaje decidido a armonizar con el contexto urbano, sin perder de vista el alcance sobre materias primas, facilitando su fabricación y manejo según la plástica pretendida por el autor.



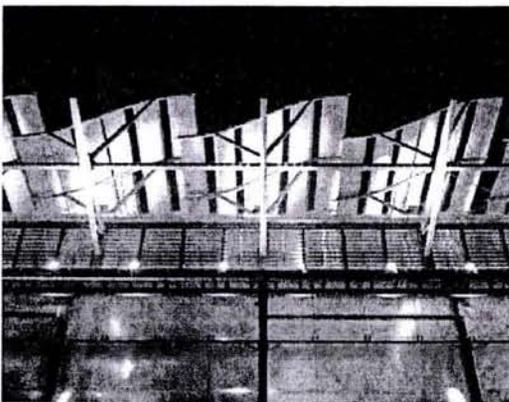
1.2 En el fin de siglo

Durante los años 80 's *Ken Yeang* desarrolla el proyecto "2005: *La Ciudad Bioclimática*" para el territorio de *Johor Basu, Johor, China*. Su concepto deriva de repetir analógicamente las reacciones sistemáticas del cuerpo humano respecto a la capacidad de adaptación ante los cambios de temperatura y humedad llamada "*homeostasis*"; como el ser humano debe mantener su estabilidad de temperatura corporal transmitida por los sistemas homeostáticos, una ciudad de tipo tropical como *Johor Basu* emplea líneas de viento a través de sus arterias o avenidas que pretenden establecer un orden tridimensional o un desplazamiento vertical y periférico de la ciudad misma en la edificación.

En 1992 la empresa *Daimler Benz AG* convocó un concurso internacional para el proyecto de la *Potsdamer Platz* y la *Leipziger Platz* con la intención de reunificar el oriente y occidente de *Berlín*, así como la pretensión por manifestar las preocupaciones del medio empresarial por el futuro del medio ambiente. El proyecto abarca una superficie de 34 hectáreas, con un uso mixto e incluye 18 edificios de viviendas, oficinas, tiendas, un hotel y un casino. El primer premio fue concedido al arquitecto italiano *Renzo Piano* y su socio *Christoph Koholbecker*. La nueva sede de *Debis*, una compañía que pertenece a dicho grupo empresarial, se ha convertido en un *rascacielos bioclimático* capaz de ofrecer confort y productividad por las características de su tecnología, destacando su doble fachada regulable, capaz de combinar la incidencia solar para iluminación y ventilación naturales con la generación de energía eléctrica a través de células fotovoltaicas.

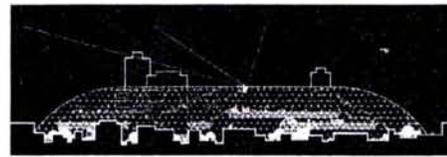


Torre Debis, Potsdamer Platz, Berlín, Alemania. de Renzo Piano



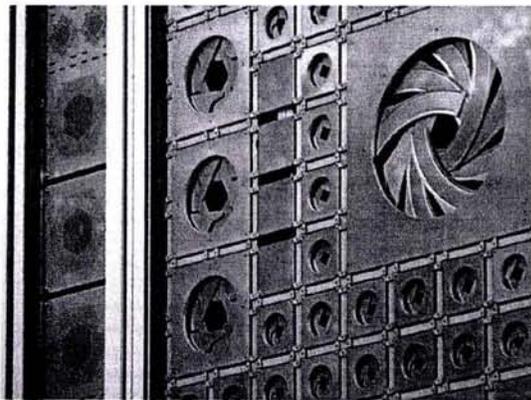
Detalle de cubierta del Pabellón de Reino Unido

Hasta ahora, he mencionado ejemplos con empaque urbano, dando un giro a la comprensión de temas ecológicos de mayor a menor escala evidenciando una mayor facilidad para la aplicación de técnicas bioclimáticas en edificaciones que serían mas comunes en ciudades latinoamericanas, principalmente, en cualquier ciudad de la República Mexicana. Tal es el caso del prototipo logrado por el arquitecto inglés *Nicholas Grimshaw* como representante del pabellón de Reino Unido para la exposición universal *Sevilla 92*.



El desarrollo de las 5 fachadas responde a un minucioso análisis climatológico de la ciudad española. La ventilación natural se optimiza al aprovechar las corrientes de aire a través de persianas de agua, incrementando su porcentaje de humedad, y por consiguiente, disminuyendo su temperatura, mientras que la fachada con mayor insolación promedio estaba protegida con membranas de tela con tedlar o teflón dando sombra al cristal perimetral. La quinta fachada o cubierta presentaba un conjunto de "paraguas" con el mismo sistema de protección solar.

De cualquier modo, se advierte hacia el nuevo siglo una filosofía tendenciosa por lo natural, partiendo de analogías con apego a organismos vivos y en ciertos casos, depurando el funcionamiento lógico y elemental de objetos ordinarios de la vida humana, como abanicos,



Detalle de fachada con diafragma móvil, Instituto del Mundo Árabe, París, Jean Nouvel

ventiladores, persianas, viseras, lentes móviles de fotografía, etc. Así, autores como *Nouvel*, *Foster* o *Future Systems*, han provisto su arquitectura de un detallado nivel tecnológico relacionado con el consumo de energía a fin de madurar la composición técnica en su sentido estricto, además de subrayar la importancia de la investigación como elemento indispensable de la evolución inteligible. Esta intención ha devuelto sin duda el carácter propositivo, y aún más, renacentista en la misma arquitectura, al revolucionar el diseño de fachadas como un ente móvil, de doble piel o de un nuevo antecedente del "green building" (edificio verde).

La intención de los proyectos anteriores y los que veremos en esta tesis radica en plantear un desarrollo sostenible entre naturaleza y tecnología, las cuales pareciera que apenas han dejado a un lado su eterna confrontación ideológica, creándose una nueva visión del futuro con planteamientos renovados sobre el diseño, desarrollo y la gestión de comunidades humanas en equilibrio, renombrando viejas etimologías, pasando por *arquitectura verde*, *ecotecnología*, *ecourbanismo*, *arquitectura simbiótica*, o *arquitectura bioclimática*, entre otras. Lo importante no es el nombre, sino la intención creativa y responsable de los protagonistas de nuestra nueva historia.



2. Principios Ecológicos

“...Hoy puede nacer la ciudad feliz, la ciudad radiante...”

Le Corbusier

Una encuesta contrastante con la responsabilidad ecológica deja al descubierto que las ciudades ocupan el dos por ciento del territorio del planeta, además de ser las responsables del 78% de las emisiones de gases y consumir más del 60% del agua potable. No sólo la incorrecta planeación de la infraestructura urbana evidencia el impacto destructivo de los ecosistemas, sino el módulo celular arquitectónico – edificio - que se multiplica y traduce la composición de sus desatinos en escala casi exponencial. Transformando el procedimiento anterior hacia rutas mediáticas con “lo natural” se encuentra la evolución del concepto espacial como punto de equilibrio entre el humano y su contexto.

Un libro que menciono en la bibliografía, *Proyectar con la Naturaleza*, del Dr. Kennet Yeang, da origen a este capítulo. Mi lectura por él me reiteró el compromiso por el diseño sustentable con mente abierta hacia ventanas del conocimiento interdisciplinario, experimentación e investigación permanentes. Los principios ecológicos descritos presentan una traducción específica de la tecnología con antecedentes comunes y frecuentes en el acervo histórico de la arquitectura.

Cada definición se convierte en un lenguaje técnico capaz de adherirse al proceso de diseño con ánimo a describir, en un futuro inmediato, una etapa del mismo. De este modo, la sincronía analógica de ciclos energéticos naturales con la planeación de espacios debe establecer parámetros capaces de reconstruir alguno de los eslabones que mantienen la biósfera en equilibrio.

Como principio, resultaría inútil presentar temas sobre desarrollo sustentable sin abordar las definiciones pertinentes que anticipen el manejo del lenguaje técnico durante el modelado de los procesos de investigación y creativos. Así, encontraremos las palabras clave y sus principales componentes dentro de un marco teórico sustentable, o escrito de otra forma, como la antesala de propuestas con manifiesto de premisas que reencuentran el espíritu intuitivo natural con la lógica humana.

Al aceptar este glosario como indispensable en las técnicas proyectual y constructiva, pueden establecerse restricciones, hasta hoy ignoradas, en los programas de desarrollo urbano y reglamentos que confieran magnitud y escala sobre la influencia de la edificación en su medio, lejos de los limitados y manipuladores criterios de licencias bajo el nombre de “impacto ambiental”.





2.1 Definiciones

La **ecología** es definida como la relación entre las colonias de organismos y su entorno, la estabilidad de las especies y el flujo de energía entre las mismas.

El concepto **sustentabilidad** se define como " *la calidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras y satisfacer las suyas propias* " (McDonough, 1992).

Ken Yeang plantea una distinción entre el producto final de proyecto como **sistema** proyectado, y lo que conforma el exterior que interactúa con éste o el **entorno**. De las hipótesis generadas sobre el **entorno** del sistema depende el **modelo** y su relación con el *anterior*. Normalmente el estudio preliminar del proyecto arquitectónico incluye el análisis del medio físico, también llamado **inorgánico**; falta agregar el medio biológico u **orgánico**, de esta forma los ecologistas afirman que la unidad espacial llamada **ecosistema** es el conjunto entre componentes físicos y biológicos del medio ambiente (Tansley, 1935).

Componentes Físicos

Condiciones climáticas determinadas
Ambiente por rasgos edáficos determinados

Componentes Biológicos

Comunidad de microbios vegetales y animales
Comunidad de plantas
Comunidad de animales

Dentro de los *componentes biológicos* se encuentran las funciones de transformación, circulación, y acumulación de materia y energía a partir de las actividades de los organismos vivos, sin olvidar procesos naturales como la fotosíntesis y la simbiosis. La circulación de la energía genera un círculo interactivo entre *energía solar, biomasa, entorno físico y pérdida de energía*. El concepto que engloba el manifiesto de vida se resume a la **biósfera**, descrita como la plenitud de un sistema biológico con la intervención de la energía solar y el *pozo térmico* del espacio mismo, existiendo una relación cíclica sobre el fluido de energía y materia en la biosfera, idea que ofrece la primera gran analogía para el desarrollo de modelos cíclicos sobre uso de materiales y reciclaje dentro de los procesos constructivos.

Un ecosistema presenta los siguientes elementos u organismos:

Sustancias inorgánicas como parte de ciclos materiales tales como nitrógeno, anhídrido carbónico, carbono, agua, entre otras.



Compuestos orgánicos como *proteínas o hidratos de carbono, los cuáles reúnen sustancias abióticas y bióticas*.



Organismos autótrofos o *productores*, es decir, plantas verdes con capacidad de producir sustancias consideradas simples. Estos organismos se alimentan a sí mismos a partir de compuestos orgánicos.

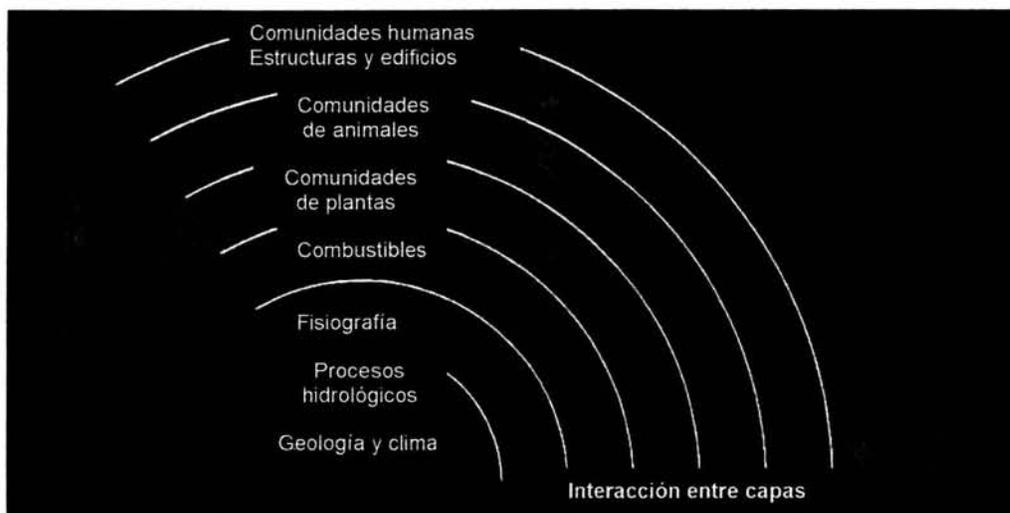


Organismos heterótrofos o *consumidores* (plantas sin clorofila o animales) que se nutren de otros organismos, donde se clasifican los siguientes:

- a) *Herbívoros* o consumidores primarios
- b) *Carnívoros* o consumidores secundarios: carnívoros que se alimentan de material vegetal
- c) Consumidores terciarios: carnívoros alimentados de otros carnívoros
- d) *Organismos saprofitos*: bacterias y hongos nutridos por materia orgánica descompuesta y transformadores de sustancias

Es clara la supervivencia a partir de cadenas que han sido quebrantables, mostrando nuevamente analogías de entorno y proyecto, principalmente para prevenir los cambios originados por las nuevas estructuras y sus funcionamientos, originando un nuevo capítulo en el conocimiento de las transformaciones energéticas, componentes y procesos del medio natural que serán afectados por lo artificial, como lo menciona el arquitecto japonés *Tadao Ando* en alguna publicación de sus proyectos: "...la arquitectura penetra en un lugar como una punta afilada, conmocionando su entorno convirtiéndolo en un campo magnético vivo..."

Así, cada proyecto está contenido en un marco ecológico, resultado de componentes *bióticos* y *abióticos* de los ecosistemas que lo integran, con recursos naturales y cantidades finitas de energía, sin embargo, en el momento de incorporar estas características al análisis de la superficie que contendrá el proyecto arquitectónico o urbano no debe estudiarse como un "pedazo" de ecosistema, sino como un componente parte del "todo" o *biósfera* que tiene un impacto porcentual de cada rasgo de vida, testificando la interacción con el conjunto de procesos biológicos, geológicos y recursos naturales, denominados en el siguiente cuadro como "capas".



Esquema desarrollado por T.R. Hamzah & Yeang



El radio de influencia y acción biológicos se presentan como agentes interactivos durante la planeación ecológica, partiendo del núcleo geológico – climatológico hacia la revisión de los procesos hidrológicos, recursos naturales, la existencia de comunidades animales y vegetales, hasta su impacto local y regional de las colonias humanas.

2.2 Campos de acción

La descripción anterior nos remite al apoyo interdisciplinario referido a la compilación de información sobre los antecedentes del predio y la conformación existente que, en algunos casos, provienen directamente de especialistas-contratistas con participación directa desde los procesos de mecánica de suelo hasta constructivos del proyecto edificable. De esta forma, se desglosa el siguiente cuadro:

Fuente de Información o especialista contractual

Apoyo aéreo

Mecánica de Suelos

Contratista Topógrafo

Autoridad local o municipio

Servicio meteorológico local

Contratista Biólogo / Botánico

Diseñador de Paisaje

Estudio energético

Ingeniería de procesos



Campo de acción / resultados

Obtención de imágenes fotográficas desde helicóptero con radio de influencia y escala de referencia determinada por proyectistas.

Propiedades estratigráficas y estado de las mismas. Antecedentes.

Levantamiento topográfico, niveles de calle y banquetas, localización de material vegetal e infraestructura local.

Revisión de planos catastrales con especificación sobre fallas geológicas.

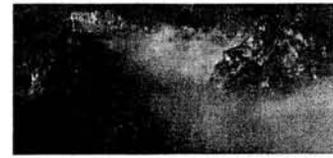
Conocimiento climatológico a partir de tablas con Intervalos diarios, mensuales y anuales.

Identificación de ecosistemas existentes, tipologías y relación entre las mismas.

Consideraciones generales para aprovechamiento y protección de paisaje natural existente.

Cálculo del comportamiento térmico, de ventilación y lumínico del edificio en anteproyecto para la predeterminación de consumo energético.

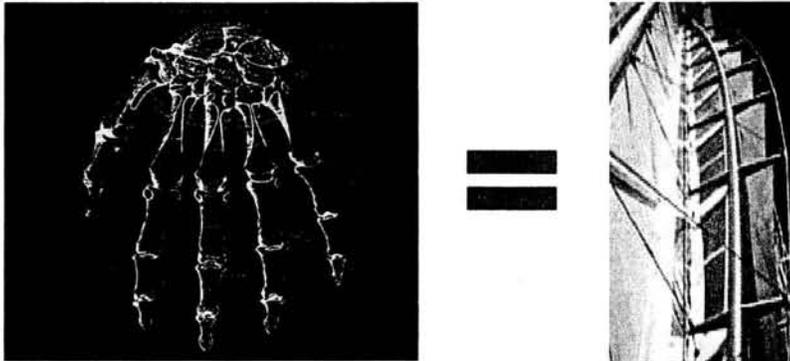
Desarrollo y evaluación de los procesos ejecutivos para la optimización de recursos intelectuales, materiales y financieros.



Otras instituciones privadas y federales, además de especialistas, pueden ofrecer información específica según el alcance del proceso de investigación, tales como la Secretaría de Ecología, Secretaría de Energía, Comisión Nacional del Agua, Comisión Federal de Electricidad, INEGI, Consejo Nacional de Población, CICESE (Centro de Estudios y de Educación Superior de Ensenada), Secretaría de Desarrollo Urbano, Servicio Meteorológico Nacional, Laboratorio de Radiación de la U.N.A.M., entre otros. De aquí se puede dar principio a la generación de una base de datos por Estado, o para empezar, de la ciudad donde reside el proyectista. La capacidad de análisis y respuesta serán evidentes a partir de este ejercicio.

2.3 Edificación y ecosistema

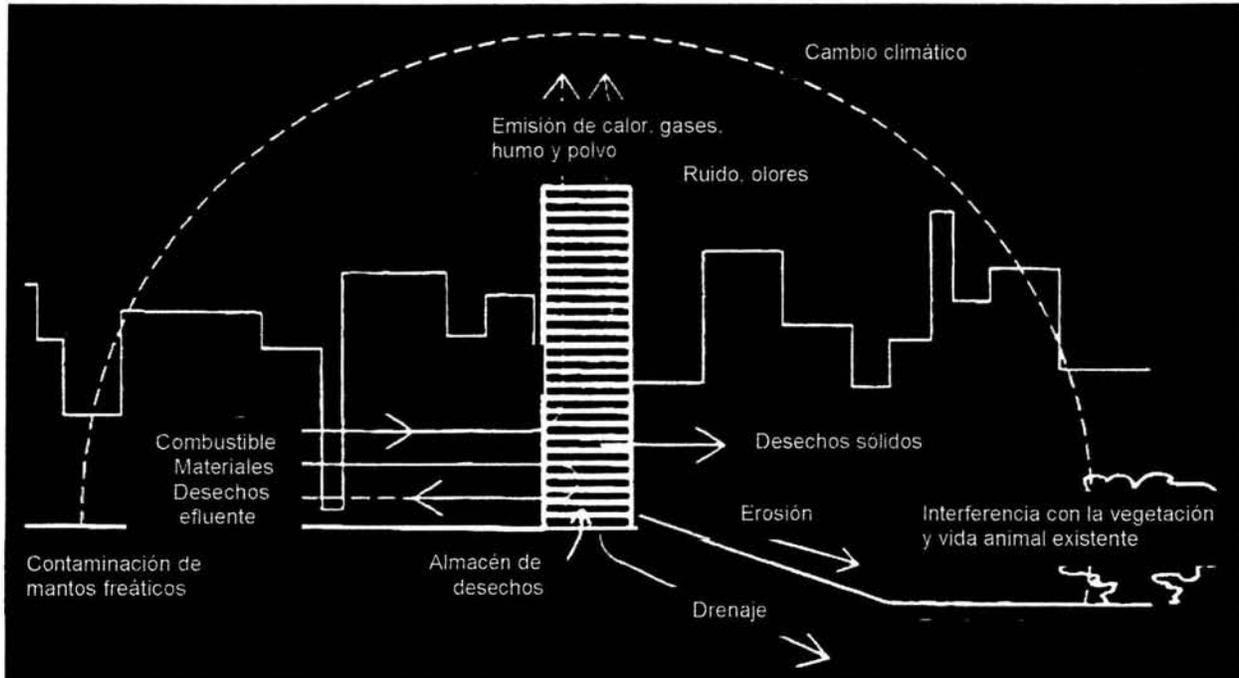
¿Cuál será la capacidad de mantener o regenerar los ciclos de un ecosistema? La analogía de sistemas orgánicos o perfiles antropomórficos han dado avance al desarrollo de modelos – prototipo a manera de un primer acercamiento a premisas con sustento lógico del proyecto arquitectónico sobre un marco funcional o de comportamiento que pudieran ofrecer nuevas pistas sobre un ciclo de vida edificable desde el plano estructural al de cualquier sistema.



Analogía entre la estructura ósea de falanges y un pantógrafo metálico para el Pabellón de Reino Unido, Expo Sevilla 92

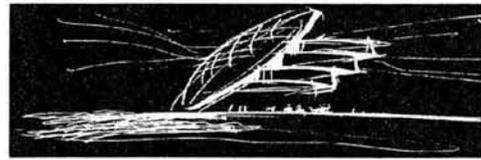
La solución integral de una edificación en su propio armado principia por entender la operación elemental y funcionamiento de los tejidos, órganos y sistemas operantes referidos a un organismo vivo, o analógicamente al mismo cuerpo humano, ya sea como un principio homeostático para el autobalance térmico, el mecanismo cardiovascular referido a líneas de bombeo hidráulico, o el sistema digestivo capaz de procesar nutrientes y producir desechos.

Así nos conducimos a un primer esquema sobre el “metabolismo edificable” con predecibles resultados desde el impacto en su entorno visualizando “circuitos orgánicos” destinados a generar patrones de sustentabilidad con interés a multiplicarse. Este esquema replantea la existencia del edificio y modifica su interacción con los ciclos energético-contaminantes del paisaje artificial circundante, interviniendo con un segmento de la biósfera, como veremos en la siguiente ilustración.



Esquema desarrollado por T.R. Hamzah & Yeang sobre el ciclo energético urbano y contaminantes

El cuadro de arriba nos recuerda no sólo el nivel porcentual de participación de un edificio en la escala urbana, sino el espíritu mecánico del objeto arquitectónico, aún con esencia orgánica, pero bajo la conformación de un artefacto que deberá reinventarse en beneficio del mismo ser humano.



3. Algunos Ejemplos

El título **Algunos Ejemplos** muestra con claridad el contenido y el interés por revisar el conjunto de valores agregados por encima de un proyecto convencional. Los resultados de cada uno de ellos confirman los beneficios para una sociedad que no tardará en notar el aprovechamiento responsable de estos espacios con dos elementos en común: el confort y el uso racional de energéticos. Esto se deduce en su propia plástica que va mas allá del caprichoso sueño por hacerse oír en el paisaje urbano o del suntuoso reflejo de estados financieros de su propietario.

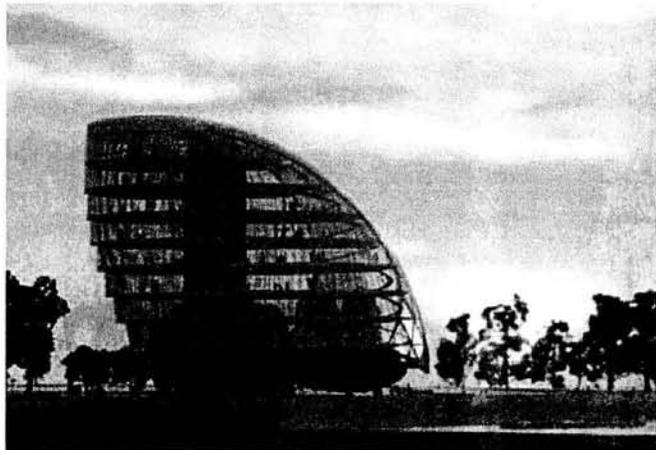
En proyectos pequeños, la evolución de estas tecnologías se encuentra con mayor facilidad en las casas-habitación, mientras que a mayor escala nos enfrentamos a distintos usos como oficinas, hoteles y otros servicios. Actualmente, la mayor inversión tecnológica se ha dirigido hacia los corporativos de oficinas por el patrocinio de empresas e instituciones que los ocuparán. Tal es el caso de los ejemplos elegidos: uno en Europa, el segundo en Lejano Oriente y el último en nuestro continente, o siendo mas preciso, en nuestro país.

3.1 GLA edificio para el Great London Authority

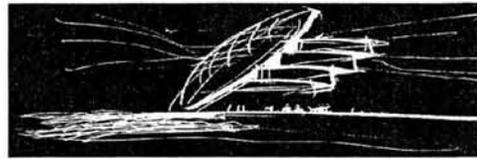
Lord Norman Foster abre su estudio, *Foster Associates*, hoy **Foster and Partners**, en 1967, *Londres, Reino Unido*, y es autor de un sin número de proyectos y obras a la vanguardia del diseño bioclimático mundial, entre los que destacan el *Lycée Albert Camus, Fréjus, Francia (1993)*, el corporativo *Commerzbank, Frankfurt, Alemania (1997)*; *London Millenium Tower Offices (1989-1997)*; y **GLA Building, Londres (1998-2002)**.

Foster and Partners
GLA Building
Londres, U.K.
1998 – 2002
Estructura: Ove Arup
Iluminación: Claude R. Engle

1



Maqueta del GLA, Foster and Partners



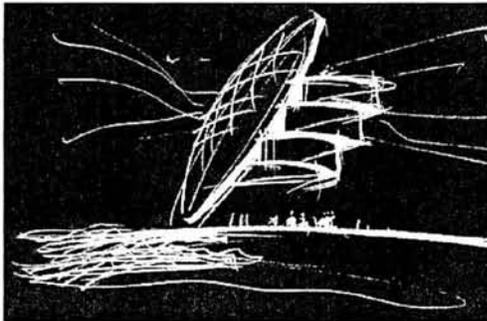
Este proyecto forma parte de la reordenación urbana en el área del *Southwark*, extendiéndose hasta 5.5 hectáreas entre la torre y el puente de Londres creando un importante corredor con dos nuevas plazas públicas, un hotel, tiendas y servicios.



Vista aérea del Río Támesis con la ubicación en color rojo del GLA

La sede de los poderes en Reino Unido cuenta con 18,000 metros cuadrados construidos, 10 niveles con plantas desiguales que se circunscriben al perímetro oval y 45 metros de altura. Este caso ofrece una escala fácil de comparar con otros corporativos en ciudades de mayor densidad urbana en Latinoamérica con una franca intención formal basada en estudios bioclimáticos, además de un precedente de investigación que pudiera asemejarse al *Green Building* (*Edificio Verde*) de *Future Systems* y *Ove Arup*.

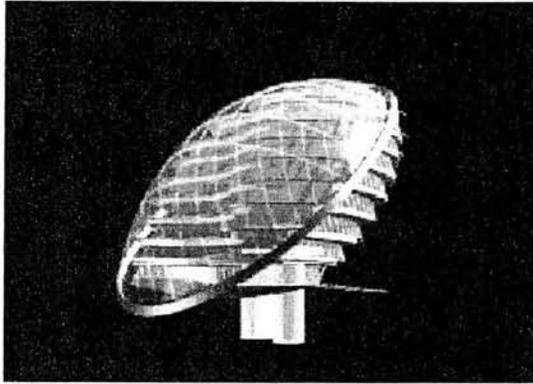
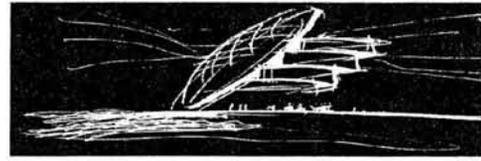
Un artículo publicado en la revista española *Arquitectura Viva* del mes de enero del año 2002 con la autoría del mismo *Foster*, destaca el concepto arquitectónico del GLA como **“una burbuja transparente y escamada con criterio de eficiencia energética y transparencia democrática”**. Esto me permite hacer notar la importancia de establecer un pensamiento con principios sustentables a la par del carácter de la idea generadora, además de evidenciar la ambición del proyectista por ofrecer un espacio más allá de lo convencional o simplemente como una propuesta responsable y necesaria.



Croquis conceptual del GLA, Norman Foster

La transparencia de su envoltura describe la disposición de los espacios interiores con plantas rentables hacia el lado sur y una escalera panorámica en espiral por el norte, similar a la propuesta en la cúpula del *Reichstag*, generando un agradable atrio entre las oficinas y este elemento de circulación vertical con el *Río Támesis* como marco de fondo.

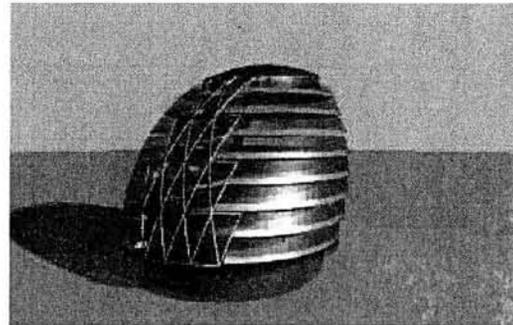
En el programa de necesidades se incluyen otros servicios tales como cafetería y salones de usos múltiples.



La trayectoria solar podía referir la orientación de bloques integrales de un edificio dividido o la forma de un solo elemento capaz de enfrentar la radiación directa sin perder la vista privilegiada al Río Támesis. Usando programas de modelado por ordenador fue modificada la geometría de una esfera que permitiera "achatar" los polos según el recorrido solar.

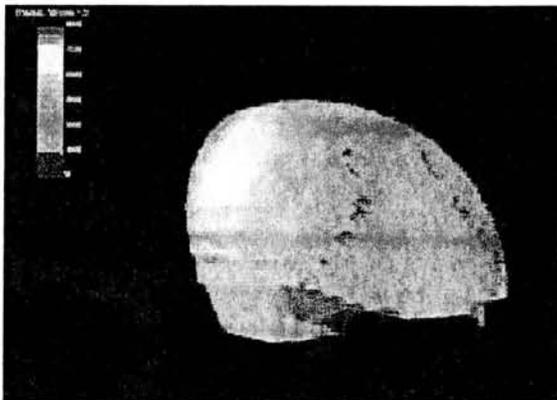
Imagen-render de volumetría

Mediante otros simuladores virtuales sobre asoleamiento se identificaron las zonas o superficies con mayor incidencia solar en cada estación del año con distintos horarios y convertirse en el nuevo parámetro para proponer los materiales de la envolvente. La empresa francesa *Saint Gobain* fue la responsable en proporcionar la especificación de cristal laminado de doble cámara con dos capas de PVB de 0.76mm.



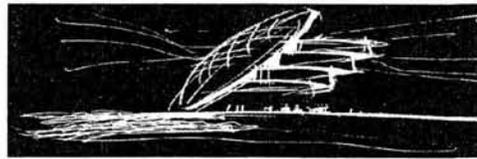
Simulación de recorrido solar

De esta forma se inclinó parte del ovoide como si un gran dedo pulgar presionara hacia el sur para disminuir la superficie con mayor asoleamiento, mientras se estira la cara que sólo se preocuparía por captar el mejor paisaje natural y artificial de Londres.

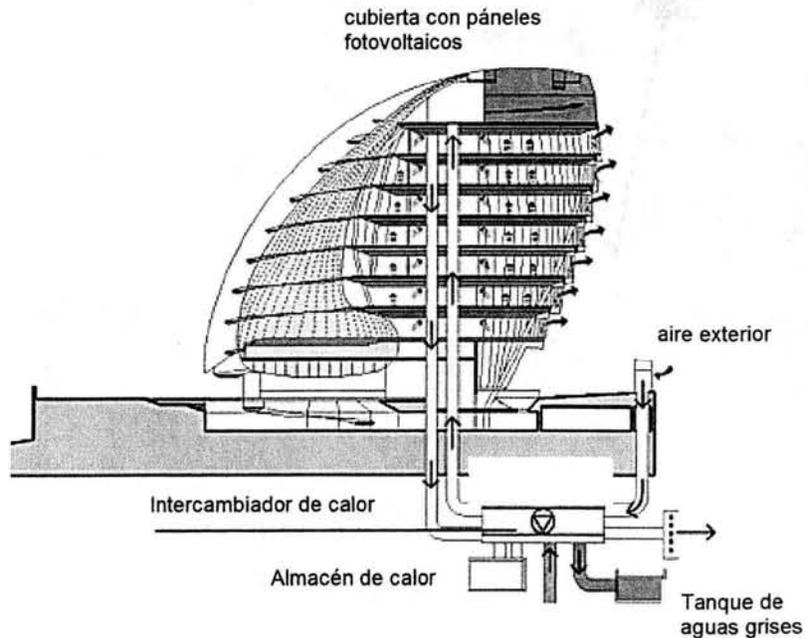


Animación de mapa térmico

Cada planta arquitectónica fue convertida en un **mapa térmico** para el análisis de ganancias de calor según orientación, uso, horarios y materiales. Esto definió el espesor y tratamiento que tendría la piel de vidrio con aplicados de pintura cerámica o serigrafado. La estratigrafía térmica señaló cada punto de concentración de calor para proseguir con el empuje de aire a partir de cambios de presiones y movimiento de aire caliente como resultado de la dirección inducida de la ventilación natural por la parte baja de la estructura y salida por la "tapa" o la cubierta esférica.

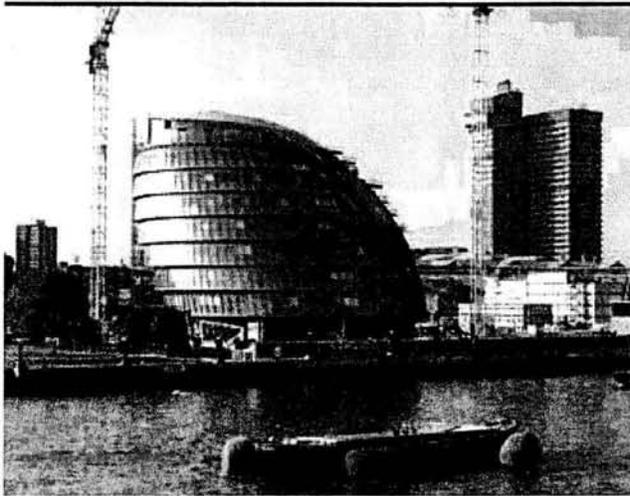


El criterio sobre el movimiento de aire en el interior parte de integrar la ventilación natural que corre a cargo de ventanas con abatimiento manual y persianas interiores que posiciona discretamente su recorrido. El cristal claro con tratamiento cerámico a lo largo del lado norte mejora el control térmico, mientras que en la orientación sur se agrega un revestimiento o serigrafiado para aumentar el control de calor por absorción y ofrecer confort visual ante la sensible disminución del reflejo de luz directa por asoleamiento.



Corte bioclimático

Con un sistema de refrigeración se resuelve el acondicionamiento de aire por medio de agua helada y energía eléctrica para su operación a partir de celdas fotovoltaicas colocadas en parte de la tapa o cubierta.



GLA, Londres.

Otro sistema pasivo de enfriamiento empleado por Lord Foster ha incluido un tratamiento de aislamiento térmico en la cubierta a manera de "escudo" al infrarrojo y el ultravioleta, denominado *techo técnico frío*.

La demanda de energía eléctrica por aire acondicionado, calefacción e iluminación artificial quedó reducida a una cuarta parte según resultados del estudio energético realizado por los consultores ingleses de Ove Arup.

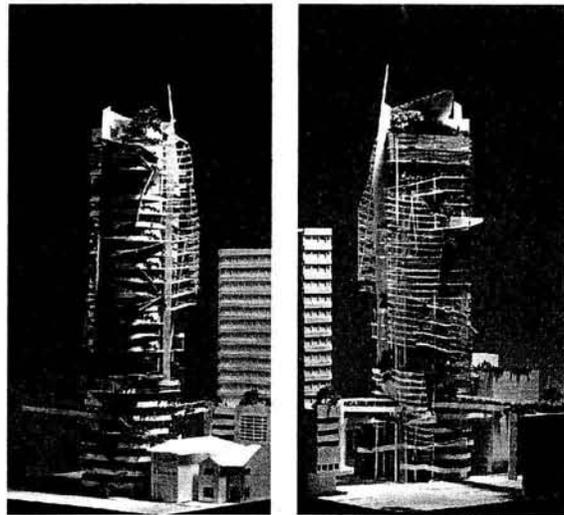


3.1 EDITT TOWER torre Editt

Ken Yeang y Tengku Robert Hamzah fundan desde 1976 la firma internacional **T.R. Hamzah & Yeang Sdn. Bhd.**, con oficinas en Malasia, Reino Unido, China y Australia. *Kenneth Yeang* es doctor en arquitectura por la Universidad de Cambridge, Inglaterra, autor de una amplia bibliografía especializada en tecnología bioclimática y sustentable, destacando los libros *Bioclimatic Skyscrapers*, *Green Skyscrapers*, y *Proyectar con la Naturaleza*, entre otros. Entre sus principales obras se encuentran la *Torre Menara Mesiniaga, Malasia (1989-1992)*; la *Torre Budaya, Malasia (1992-1996)*; y la *Torre EDITT, Singapur*.

T.R. Hamzah & Yeang Sdn Bhd
EDITT Tower
Singapur
1998 – pendiente
Cliente: Urban Redevelopment Authority
Ecological Design in the Tropics
Universidad Nacional de Singapur
Ubicación: Waterloo Road, Singapur
Estudio bioclimático: Battle McCarthy
Londres, UK

2



Las propuestas de arquitectura bioclimática generadas en la oficina del *Dr. Ken Yeang* han sido punto de partida de distintas investigaciones con la visión explícita de la cultura “verde” en cualquier escenario de paisaje urbano. Este proyecto de carácter experimental, ofrece una síntesis técnica de diseño que hubiera presentado el mismo autor en su libro *“Bioclimatic Skyscrapers”* (Rascacielos Bioclimáticos), con la visión de sustentabilidad en países de Oriente que no sólo se manifiestan por el manejo tecnológico mezclado con aspiraciones ecológicas, sino como un claro reflejo evolutivo de su propia cultura, donde podría destacar el respetuoso contacto con la naturaleza. Por este motivo, he incluido este ejemplo con la admiración desde un estudio en occidente.

En un terreno de 3,841.34 m² se desarrolla la Torre EDITT, con una superficie por nivel de 838 m² en 26 niveles y 6033 m² de construcción, desde un programa arquitectónico para una torre de exposiciones de usos mixtos como exhibición de productos, salas de conferencias y auditorios.

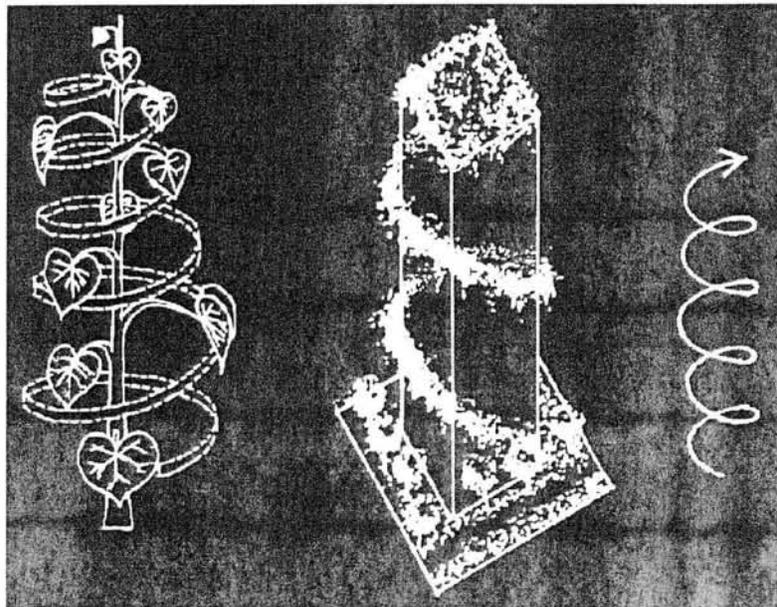
Partiendo del análisis de sitio fue presentándose la relación entre los distintos ecosistemas existentes de la siguiente manera:



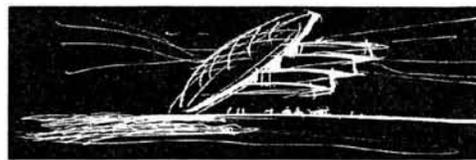
Jerarquía Ecosistema	Información de sitio	Estrategia de diseño
Ecológicamente maduro	Ecosistema completo Análisis y planeación	<ul style="list-style-type: none"> * Preservación * Conservación * Desarrollo sin impacto en áreas
Ecológicamente inmaduro	Ecosistema completo Análisis y planeación	<ul style="list-style-type: none"> * Preservación * Conservación * Desarrollo en la sup. de menor impacto
Ecológicamente simplificado	Ecosistema completo Análisis y planeación	<ul style="list-style-type: none"> * Preservación * Conservación * Incremento de la biodiversidad * Desarrollo en la sup. de menor impacto
Artificial Mixto	Ecosistema parcial Análisis y planeación	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de la biodiversidad * Desarrollo en la sup. de menor impacto
Monocultural	Ecosistema parcial Análisis y planeación	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de la biodiversidad * Desarrollo en áreas de poco potencial productivo * Rehabilitación del ecosistema
Cultura "Cero"	Planeación del futuro Ecosistema-componentes	<ul style="list-style-type: none"> * Incremento de la biodiversidad y masa orgánica * Rehabilitación del ecosistema

Si revisamos el cuadro anterior, el *Dr. Yeang* identifica el contexto de la torre EDITT dentro de la zona urbana denominada Cultura Cero –*Zeroculture*, donde el ecosistema ha sido particularmente devastado y conservando una parte pequeña, representativa, de la flora y la fauna originales.

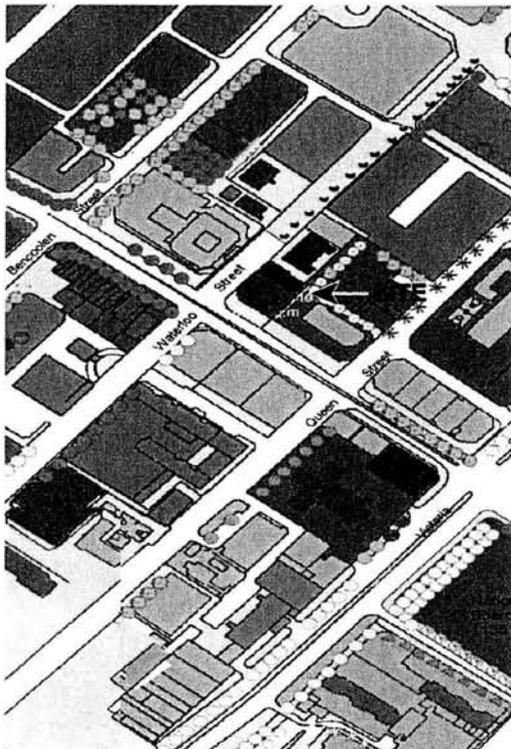
Una intención de los proyectistas ha sido rehabilitar este espacio mediante la aplicación de masa orgánica que permita un balance adecuado con los elementos inorgánicos existentes. Este paso impulsa una vez más la idea de plantaciones a través y alrededor del mismo, acercándose a un árbol urbano.



Croquis conceptual, Ken Yeang



La continuidad entre las áreas jardinadas y los entresijos del edificio han sido logradas mediante rampas con un diseño específico de arquitectura de paisaje, constituyendo prácticamente una superficie de 3,841 m² de vegetación, lo que representa más de la mitad de los metros cuadrados construidos. Este diseño tuvo como estrategia el análisis de un “mapa de plantación” a detalle a partir de un radio de influencia de 1 milla y así incorporar el uso de especies encontradas en la zona.



Este plano muestra la variedad de especies vegetales localizadas dentro de un determinado radio de influencia

Simbología de los árboles existentes en la zona

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| ● Cassia Fistula | ● Engenia Grandis |
| ● Khaya Senegalensis | ● Cerbera Odollam |
| ● Angsana (pterocarpus Indicus) | ● Plumeria Rubra |
| ● Ficus Religiosa | ● Ficus Benjamina |
| ● Evgenia Polyanthia | ● Cassia Spp. |
| ● Swetania Macrophiilia | ● Erythrina Variiegata |
| ● Yellow Plane | ● Ravenala Madagasarinis |
| ● Lagerstromia Spaciosa | |

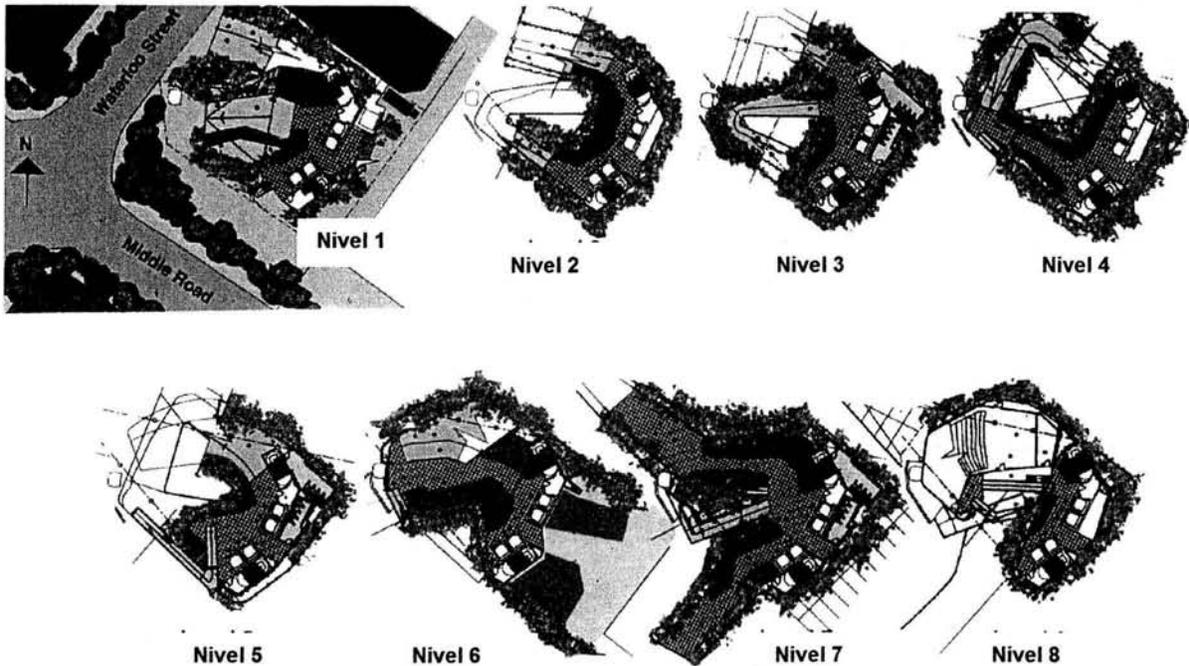
Simbología de palmeras alrededor del sitio

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| * Roystonea Regia (Royal Palm) | ✈ Livistonia Chinensts |
| ⊕ Vettchia Merrilli | ▲ Neodypsis Decaryi (Triangle Palm) |
| ⊖ Ptychosperma Macarthoni | |

Tipología del material vegetal existente alrededor de la torre EDITT

Parte fundamental del diseño en las alturas permite conceptualizar espacios verticales capaces de proponer sistemas de vida, o lo que denomina la oficina de *T.R. Hamzah & Yeang*: “vida en la calle” (*street - life*) a través de conexiones rampeadas con distintas funciones, tales como tiendas, cafés, restaurantes, áreas de exhibición, escaparates, etc. Dichas rampas se convierten en la extensión vertical urbana desde la calle, vestíbulo(s) en la planta de arranque, hasta los espacios de transición por encima de los transeúntes.

A partir de ahora, se presentan posibilidades de unión con otras torres mediante puentes *—bridge-linkages—* a cualquier altura, además de establecer puntos de reunión, nodos y sistemas de agrupamiento más allá de los ejes cartesianos x,y a nivel de banqueta, sino con pleno uso del eje “z” para el tejido urbano. La asimetría de las plantas arquitectónicas producen el efecto de una gran helicoide cuando se multiplican sobre un eje central vertical que gira cada una de ellas con la anticipada intención por generar microclimas al permitir la variación de la incidencia solar y ventilación natural.



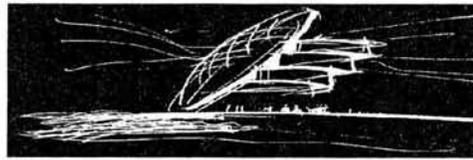
Plantas tipo de la Torre EDITT

Esto trae consigo la reflexión lógica sobre el desarrollo de las ciudades, donde el agrupamiento de viviendas, la aparición de las arterias de comunicación y los centros de reunión dieron por resultado el crecimiento urbano, que sin saberlo por carecer de otro sistema de comparación o función, podría ser llamado *crecimiento urbano horizontal*. Es lógico cuál será el siguiente paso de la urbanización y la proyección arquitectónica.

En este contexto, *Ken Yeang* recuenta las premisas sobre la vida útil de sus propuestas arquitectónicas que será entre los 100 y 150 años, identificando como ingrediente principal la **flexibilidad** de éstas si son contemplados los siguientes conceptos:

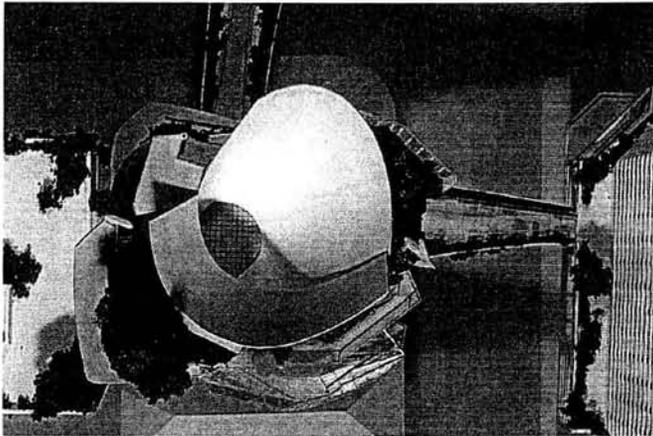
- *Existencia de jardines aéreos – skycourts - con posibilidad de convertirse en espacios de oficinas*
- *Subdivisiones movibles*
- *Entrepisos prefabricados móviles*
- *Materiales con la facultad para ser reciclados*
- *Diseño flexible de los espacios para usarse como oficinas o departamentos*

La **ventilación natural** se ha diseñado para trabajar en combinación con los sistemas mecánicos; *muros de viento o wind-walls* son colocados de manera paralela a la dirección de los vientos dominantes y dirigirlos hacia los espacios interiores, además de combinar este proceso con jardines

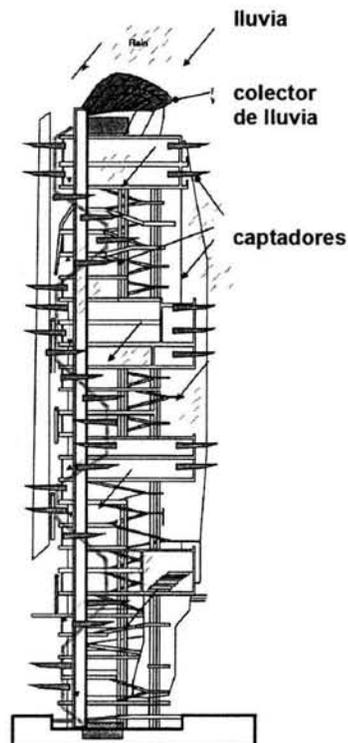


aéreos –*skycourts*- para mejorar las condiciones de humedad del aire. Este criterio ha optimizado el conjunto de propuestas bioclimáticas y convertirse en un modelo híbrido, también llamado: “*mixed mode M&E servicing*”. Parte integral de este diseño, incluye el **aprovechamiento de agua pluvial** y el reuso de las aguas jabonosas en un 55.1 %, estimado con los siguientes números:

- Demanda de agua potable = 20 galones/día/10m² construidos
- Demanda anual = 22,019 m³
- Superficie de captación de agua pluvial = 518 m²
- Total de agua pluvial captada por año = 12,141 m³
- Autosuficiencia de agua = $12,141 + 22,019 \times 100 = 55.1 \%$



"Cubierta embudo" (*roof-catchment-pan*)



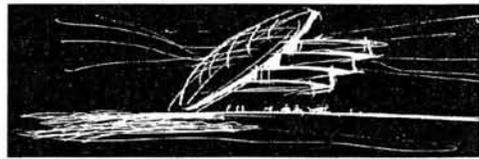
Corte esquemático – captación agua pluvial



Imagen por computadora de la torre Editt

El sistema de captación de agua de lluvia y su filtrado se diseñó a partir de una gran cubierta en forma de embudo en la azotea, bautizada en el despacho de *Yeang* como “*roof-catchment-pan*” o cubierta embudo, además de captadores a lo largo de las fachadas. De esta forma, el agua baja por gravedad hacia los sistemas de purificación en tanques filtro.

En el croquis de corte podemos identificar 2 cisternas, una en la parte más alta, por debajo de la cubierta embudo, y la segunda en la planta sótano. Así, el volumen de agua concentrada en esta última es bombeada al tanque superior para su reuso – alimentación de inodoros y riego de jardines aéreos - .



3.3 TORRE PARQUE INSURGENTES

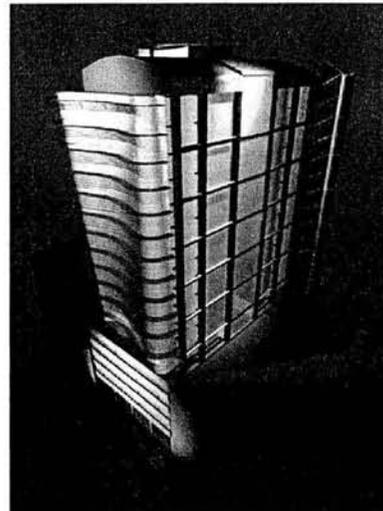
Picciotto Arquitectos S.C. nace en la década de los años 80, en la Ciudad de México, bajo la dirección de *José Picciotto*. Esta firma mexicana presenta una clara postura enfocada al diseño bioclimático y ahorro energético, destacando obras como los corporativos *Cenit Arquímedes* (Premio Nacional en Ahorro de Energía), *México, D.F (1991-1994)*; la torre bioclimática **Parque Insurgentes**, *México, D.F.(1997-2000)*; y el *Corporativo Insurgentes 553, México, D.F.(1999-2003)*; y entre otros.

Picciotto Arquitectos
Torre Parque Insurgentes

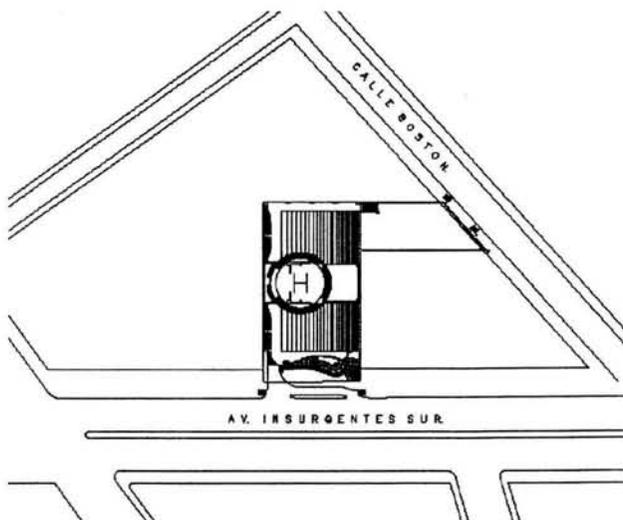
México, D.F.
1997 - 2000

Cliente: PROTODO S.A. de C.V.
Ubicación: Ave. Insurgentes Sur
Estudio bioclimático: Picciotto Arquitectos
Battle McCarthy, Londres

3



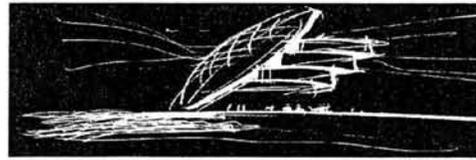
Parque Insurgentes es una torre de oficinas que toma su nombre por referencia a su ubicación sobre la Ave. Insurgentes Sur y su cercanía al Parque Luis G. Urbina o Hundido.



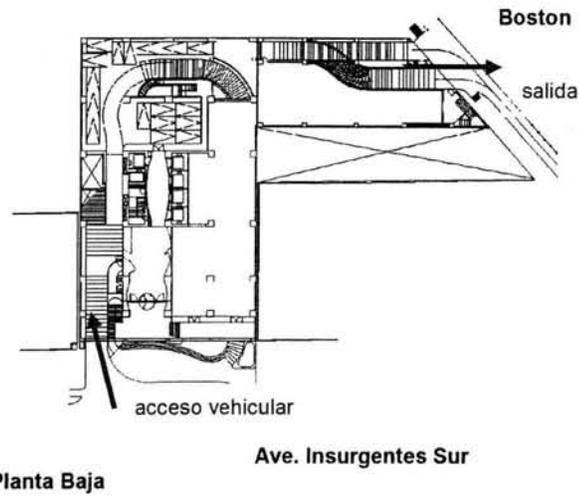
Sobre un predio de 2100 m² se dio forma a este proyecto que divide su volumetría en un sótano; planta baja; bloque superior de estacionamientos, desde planta mezzanine y 8 medios niveles; 13 niveles de oficinas y penthouse.

El criterio de sustentabilidad inició con el análisis de entorno urbano, considerando el flujo de las arterias vehiculares primarias, secundarias y terciarias, localizando los puntos de conflicto actuales;

Planta de conjunto



las estaciones de ascenso y descenso de los sistemas de transporte colectivo cercanas; así como la influencia en el perfil urbano, densidad, materiales y concentración de otras edificaciones en la zona. De esta forma, el acceso peatonal y vehicular se encuentra sobre la Ave. Insurgentes, dirigiendo cada uno de ellos a un control personal y monitoreado; los vehículos encuentran salida por la calle de Boston evitando la avenida primaria como primer contacto.



Además de la normatividad establecida por el *Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, Normas Técnicas Complementarias* y el programa delegacional correspondiente, fueron atendidos otros valores para la rentabilidad y operación de este proyecto en el siguiente orden:

- Iluminación y ventilación naturales
- Ahorro de energía
- Orientación y vista hacia el Parque Hundido
- Vistas hacia el corredor urbano de la Avenida Insurgentes (dirección norte y sur)

Revisando los primeros rubros, se estableció la línea investigación climatológica local para el diseño bioclimático con datos del *Servicio Meteorológico Nacional* en Tacubaya, Cd. de México. Las tablas de resultados dieron el promedio mensual y anual (últimos 5 años) de temperatura, humedad relativa bulbo seco y húmedo, precipitación pluvial, dirección y velocidad de vientos dominantes, tiempo de insolación, y nubosidad.

Durante los meses de marzo, mayo y junio se encontraron los días críticos respecto a parámetros de confort según la tipología del edificio, estableciendo el manejo de **sistemas pasivos de enfriamiento** ante el conjunto de valores ambientales que podrían acercarse a la tipología semidesértica en pleno centro de la República Mexicana.

Las simulaciones sobre el recorrido solar o **asoleamiento** durante el equinoccio de primavera y solsticio de verano, proyectaron el diseño de parasoles en la orientación sur y oriente. La incidencia solar en solsticio de invierno fue analizada con base al confort visual evitando el exceso de luz. De este modo, se presentaron alternativas en dimensiones, material y sujeción de parasoles durante el horario de 10 a las 14 hrs. con criterio a la ocupación de las oficinas y a las ganancias de calor por radiación solar.



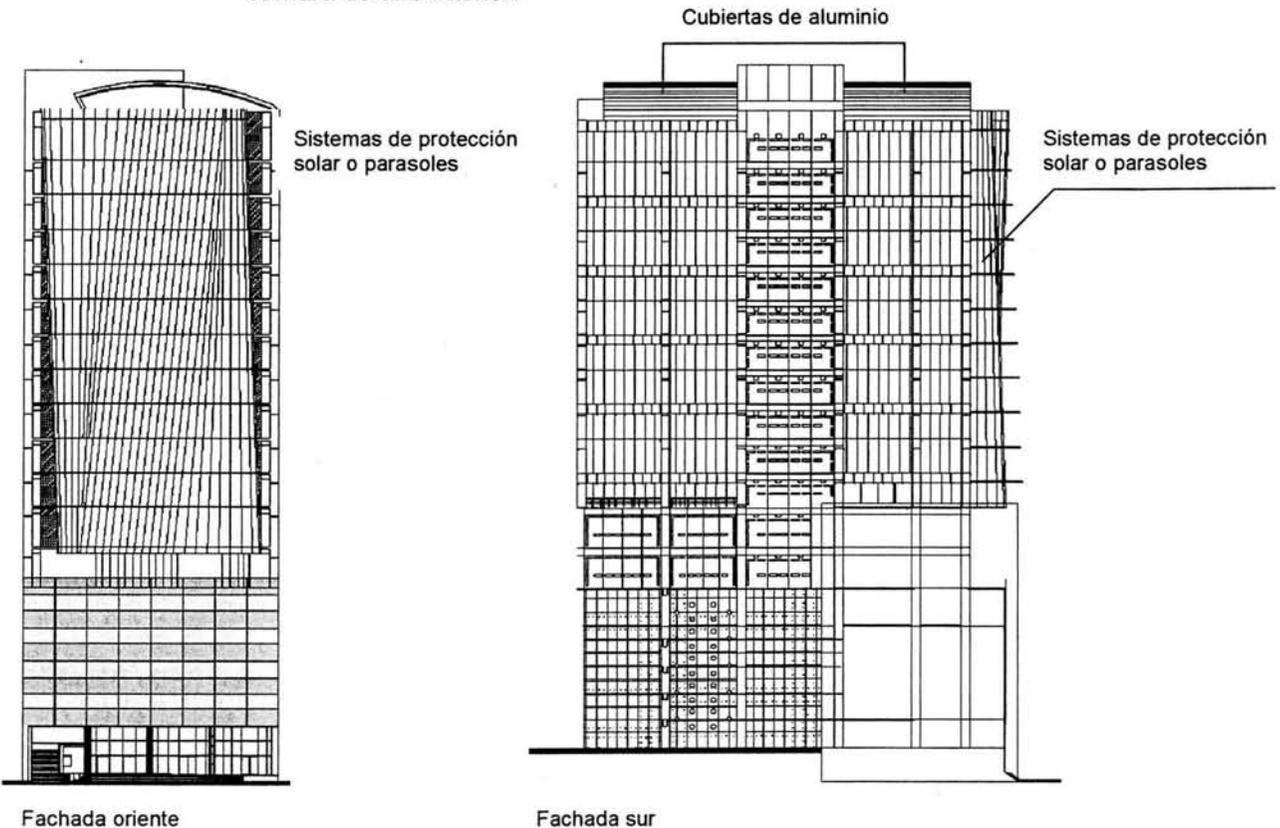
Cada módulo fue construido con "alas" de aluminio de 10 cms. en forma de louver o persiana horizontal, con mayor ligereza que una lámina sólida.

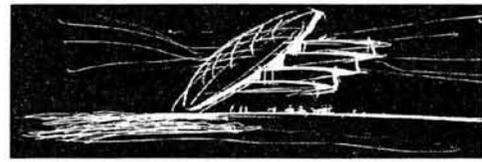
Por el lado norte, la influencia solar fue estudiada solamente en solsticio de verano, aunque no mereciera el manejo de sistemas de sombreado, además de incluir la intención de construir una fachada de cristal con menor espesor respecto al resto de la envolvente.

El diseño de la fachada poniente se limitó a su condición de muro de colindancia, permitiendo la existencia de troneras, no abatibles, a fin de aprovechar la iluminación natural con áreas de vidrio prismático en placas prefabricadas de concreto armado.

Previo al uso de programas de cálculo térmico, fueron seleccionados los **materiales** que pudieran favorecer el control en ganancias y/o pérdidas de calor de acuerdo a la estación del año. Así, el anteproyecto presentó lo siguiente:

- Cubierta o quinta fachada de aluminio al exterior con aislante de poliestireno y plafón interior
- Fachada norte con cristal tipo parsol tono verde claro
- Fachada sur y oriente: cristal parsol y master point en tonos verde claro
- Fachada poniente: muro de concreto armado y hojas de tablaroca con una cámara de aire interior.





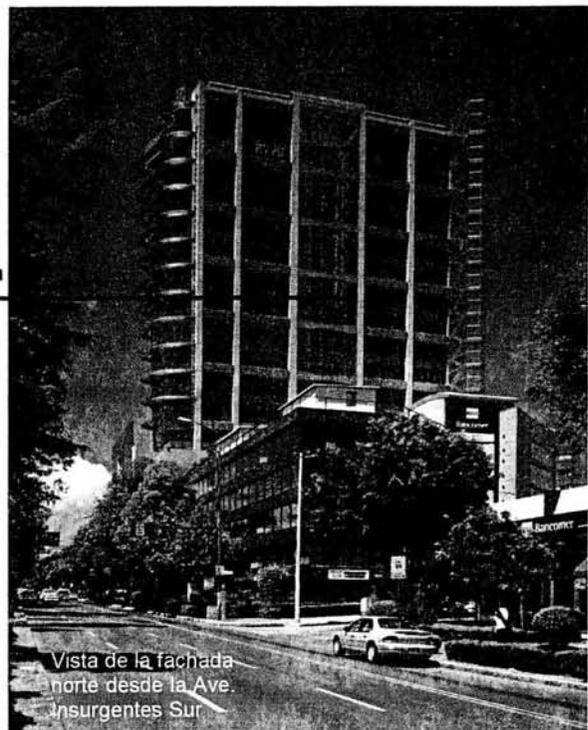
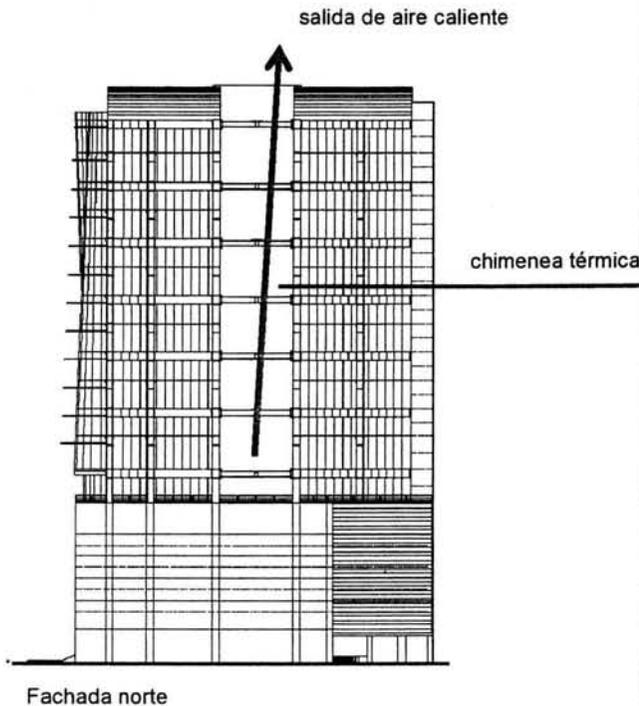
En el caso de las envolventes norte y sur, su apariencia acristalada fue combinada con parte de la estructura, es decir, traveses y columnas tanto en concreto aparente como metálicas, permitiendo la integración entre éstas con los sistemas de sombreado.

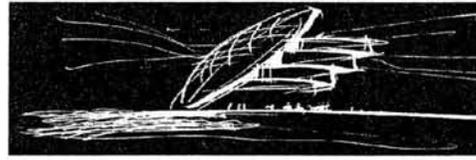
Las intenciones por **ventilar el edificio desde el exterior** determinaron nuevas simulaciones por computadora sobre su comportamiento con la entrada de aire y la circulación por su interior. Esta propuesta generó el criterio sobre movimiento interior de aire, localizando las rutas de ventilación y su dirección manipulada por el cambio de presiones provocada ante el diferencial de temperatura entre las plantas rentables y el atrio, presentando compuertas para entrada y salida de aire.

Primer nivel de atrio



A nivel de piso del nivel oficinas 1, se localiza la compuerta de entrada con una superficie de $8m^2$ que preferentemente será abierta durante la noche a fin de ventilar el edificio cuando inicia el desprendimiento de energía por la estructura, además de encargarse del "empuje" del aire caliente-viciado generado durante la ocupación de las oficinas hacia un atrio que trabaja como tiro natural de aire caliente o chimenea térmica a lo largo de la torre.





La eficiencia de la chimenea térmica se garantiza con el apoyo de dos sistemas mecánicos de extracción colocados por debajo de la cubierta en los casos de una baja velocidad de los vientos dominantes que pudieran sacar el 30% del aire caliente por succión en la parte más alta de la torre. Por otro lado, se anticipó el uso de difusores en el primer nivel de oficinas – *base del atrio* – a partir de un programa de cómputo sobre dinámica de fluidos – *fluid dynamic* – con el interés de simular la estratificación térmica a lo largo del tiro mencionado y garantizar el cambio de temperatura respecto al perímetro de las oficinas.

Como edificio híbrido, se incluyó el sistema de *entalpía* presentando un sensor de temperatura en el exterior y rejillas que permiten la entrada de aire a la zona de circulación central por nivel. Las rejillas cerrarán en caso que transmitir aire más caliente a la temperatura de confort establecida, iniciando la inyección de aire acondicionado.

Fueron establecidos los siguientes parámetros para confort térmico:

- 24 °C con humedad relativa del 60%
- Ventilación natural de las 4:00 a las 9:00 hrs, los 7 días de la semana
- Ventilación por aire acondicionado a partir de las 9:00 hrs. hasta el horario de ocupación
- Días críticos para diseño: marzo 21 y junio 18

Así, el cálculo térmico permitió analizar la ganancia de calor por radiación, conducción y convección, además de lo generado en el interior por los usuarios según sus actividades, equipos y luminarias. La planta tipo de oficinas fue convertida en un mapa térmico con 32 zonas de acuerdo a su cercanía a las colindancias, además del bloque central de servicios; 25 de éstas forman parte de una franja de 4 m. de profundidad a partir del perímetro por la influencia directa del exterior.

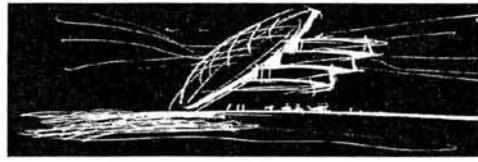
Otras constantes incluidas en la sumatoria del análisis térmico fueron las siguientes:

1. Personas = 8 W / m² 1 persona por cada 10 m²
2. Luminarias = 15 W / m²
3. Equipos (computadoras, digitalizadoras, etc.) = 15 W / m²
4. Valores U, K, y coeficiente de sombreado de cristales de fachadas
5. Comportamiento a la absorción, conductancia y emitancia de materiales constructivos.

El resultado preliminar fue el siguiente:

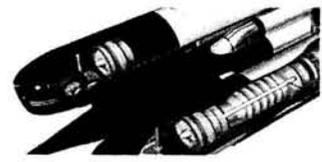
Día de diseño	Hora crítica	Carga Térmica (W/m ²)	Superficie (planta tipo)
176 (por calendario)	15:00 hrs.	64.97	1042 m²

Cabe mencionar que el primero y último nivel tuvieron un incremento particular, es decir, por su cercanía con el bloque de estacionamiento y por radiación directa a la cubierta de azotea, respectivamente, para obtener en estos casos un promedio de 83 W/m². Esto se tradujo a 320 toneladas de refrigeración repartido por dos equipos centrales enfriados por agua.



En un cuadro comparativo realizado previamente al proyecto ejecutivo, fue calculada la capacidad de equipos presentando cristal claro y reflecta, sin algún sistema pasivo de climatización ni protecciones solares. La forma de prisma rectangular de este edificio de referencia, con la altura y dimensiones aproximadas al desarrollo final, dio un resultado mayor a las 500 TR, es decir, un ahorro preliminar del **34%** sobre el tamaño en los sistemas de acondicionamiento de aire.

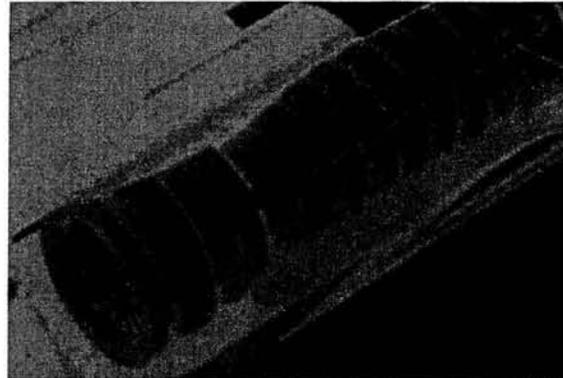
Torre Parque Insurgentes



4. Dinamo CONSTRUCCION DE UN MODELO

El dinamo consta de 3 elementos esenciales: inductor, componente que produce el flujo electromagnético con varios polos; el inducido, arrollamiento cerrado sobre sí mismo y devanado en las ranuras de un armazón cilíndrico; y el sistema captador de corrientes inducidas en la máquina. Al hacer girar mecánicamente el inducido en el campo magnético del inductor, aparece una corriente. Todo el sistema es un generador de corriente continua.

Este funcionamiento, heredero de la lógica matemática y la técnica, representa una propuesta personal para la ordenación de fases del diseño sustentable, donde el ecosistema se postula como el inductor que agrupa la energía y recursos captados en el medio ambiente; el diseño bioclimático o inducido como convertidor de "lo natural" en materia prima por medio de sistemas pasivos de climatización; y el captador de energía para su ahorro y renovación, además del reciclaje de los materiales.



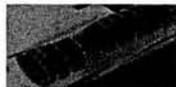
La generación y ahorro de energía presumen la eficiencia de los medios seleccionados y su sincronía con las soluciones tecnológicas previstas como un mecanismo viviente, un nuevo dinamo resuelto a presentarse como un contenedor de actividades humanas y fisonomía según su ubicación. Me resulta interesante presentar esta interpretación conceptual cuando he venido describiendo la sustentabilidad como una figura orgánica, sin embargo, representa una "entalpía" entre lo biológico y mecánico, como una sinergia que no se enfrenta, solo se complementa.

El orden para construir este modelo puede redactarse en forma de **Instrucciones** de armado sin que esto se convierta en un "recetario" de aplicaciones. Con esta aclaración, presento la secuencia analítica a partir de los satisfactores procedentes del ecosistema, climatología y tecnología, adheridos a los intervalos proyectuales de la creación arquitectónica. Esta disposición genera por principio, los componentes o "piezas" que integrarán a su vez las fases del **inductor, inducido y sistema captador**. Cada uno será descrito en términos prácticos y conceptuales, dentro de una estructura ávida por captar procesos en constante evolución según la actualización del proyectista, referida al sitio, su cultura y alcances financieros de sus promotores; conjunto promisorio y de fácil lectura para los nuevos cazadores del futuro, como escribiera en el Prólogo, *Agustín Hernández*.



Dinamo. Instrucciones de armado

El presente tema se viste como el eje neuronal nutrido por los conceptos mencionados hasta ahora y convertirse en una metodología secuencial creando procesos de acoplamiento en la formación de la unidad denominada **Dinamo**. Como ha sido explicado, este modelo se divide en 3 elementos esenciales, a su vez compuestos por piezas que serán descritas a continuación.



4.1 Inductor

En este elemento se presentan las oportunidades para potencializar los recursos captados del medio natural, ya sea de origen físico o energético. Como origen físico son estudiadas las condiciones del subsuelo para uso de parte de su composición en la estructura de la edificación, además del análisis de recursos expuestos como agua y vegetación. Los factores que describen la climatología local son los principales agentes energéticos para un desarrollo vertical, además de incluir la captación de energía por la biomasa de los materiales constructivos.

Un medio para facilitar el compendio informativo, proviene de tablas meteorológicas que deberán incluir los siguientes rubros:



El criterio para la interpretación de los resultados anteriores se construye a partir de números promedio, en bloques horarios, mensuales y/o anuales de acuerdo al tipo de cálculo o estudio. Normalmente se toman las tablas horarias de temperaturas para la selección de los días críticos y ser consideradas posteriormente en el cálculo térmico; los promedios mensuales son utilizados para las gráficas de ventilación natural –vientos dominantes-, así como para la revisión de nubosidad, tiempo de insolación y precipitación pluvial respecto a los días que se presentaron con mayor y/o menor temperatura promedio y verificar la selección de días para diseño. La referencia sobre humedad relativa permite interpretar la necesidad por mantener, quitar o agregar la proporción de agua contenida en el aire y acercarnos a un determinado microclima, además de las variables puntuales horarias en la estimación térmica desarrollada con programas de simulación computarizada que se mencionarán más adelante.

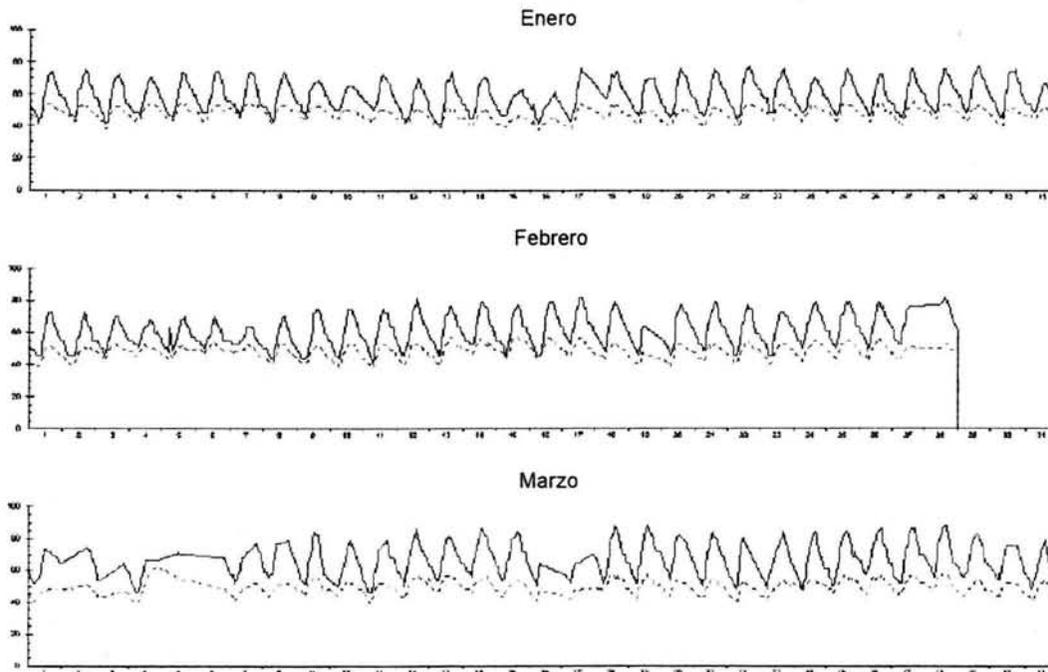


La información referida a la temperatura exterior es calculada en dos formas:

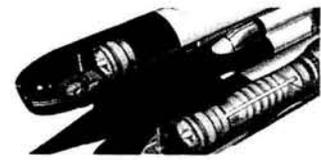
1. con medidas de calor sensible a través de un termómetro de bulbo seco (TBS)
2. por medio de un termómetro cuyo bulbo está cubierto por una mecha húmeda o pabilo.

El porcentaje de enfriamiento producido por la evaporación de agua del pabilo se debe a la humedad en el ambiente. De esta forma, la diferencia entre las temperaturas de bulbo seco y húmedo se trata del calor latente y la cantidad de agua en el aire.

Mediante una caja de madera con persianas llamada *abrigo meteorológico*, el Servicio Meteorológico Nacional utiliza un termómetro ambiente de bulbo seco, graduado en grados Celsius (° C), midiendo la temperatura real del aire, además de registrar las variaciones en el día al pasar por valores máximos y mínimos, denominado *oscilación térmica*. Al llevar estos valores a gráficas o tabuladores, preferentemente con doble indicador referido a bulbo seco y húmedo, se facilita la búsqueda por el o los días que pudieran relacionarse con otros caracteres como el tiempo de insolación y la nubosidad, acercándonos a condiciones críticas que establecen el perfil de los ya nombrados "días críticos".

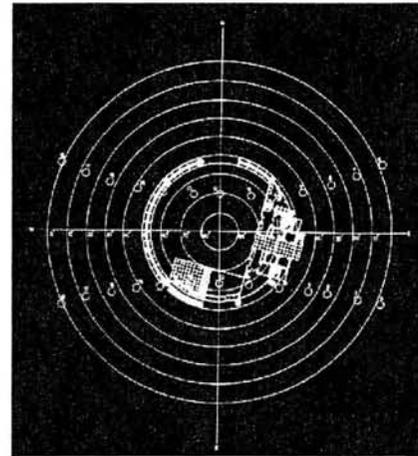


Gráfica de temperaturas promedio desarrollada por Ziggurat Architects para el corporativo Insurgentes 553, de Picciotto Arquitectos



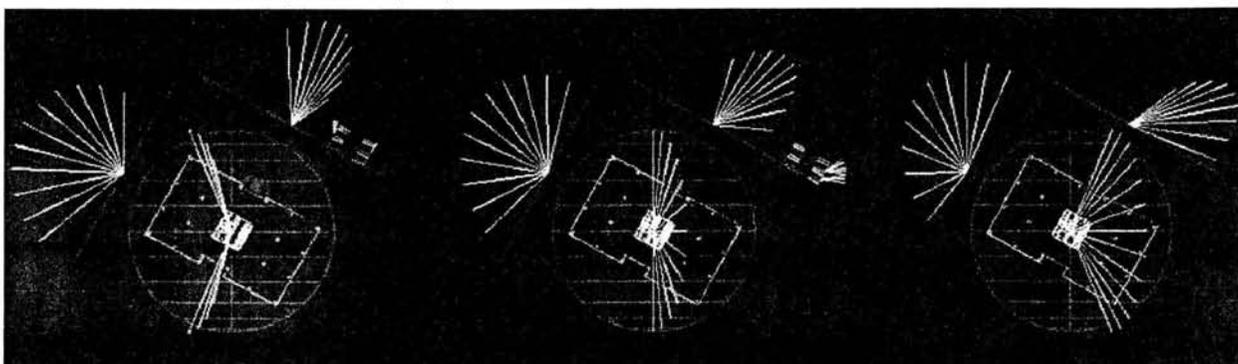
La valoración de dichos días dan curso al manejo de monteas solares o recorrido virtual del asoleamiento en 4 patrones de comportamiento según la estación del año, es decir, en solsticios de invierno (21 de diciembre) y verano (21 de junio), así como equinoccios de primavera (21 de marzo) y otoño (21 de septiembre). Las monteas expresan gráficamente el ángulo de incidencia solar en planta y alzados con inserciones de planos, prestando especial importancia a los horarios que afectan las orientaciones sur y poniente (caso en el Distrito Federal y zona metropolitana). Esta afirmación procede a la concentración de calor producida durante la mañana, normalmente reconocida entre las 14 y 16 hrs. en las estaciones de primavera y verano, sin perder de vista el azimut (12 hrs.) como referencia de insolación con mayor verticalidad a partir de la línea del horizonte, o para casos más prácticos, sobre la fachada sur en la latitud reconocida anteriormente. Pueden utilizarse programas registrados o trazos de proyección con la precisión de un archivo electrónico cad, además de utilizar secuencias fotográficas de sombreado a partir de maquetas de estudio y una tabla gnómica.

Este procedimiento gráfico puede ser relacionado con la temperatura si se combina con un lenguaje cromático que represente la oscilación térmica desde los colores azul hasta el rojo, pasando por tonos verde, amarillo y naranja, describiendo la condición de frío y calor. Con esta expresión se mezcla la influencia solar y ganancias de calor exteriores, reiterando la interpretación procedente de las tablas climatológicas hacia la decisión por el manejo de sistemas pasivos para calentamiento y/o enfriamiento. No olvidemos que el trazo de la montea debe ejecutarse sobre la referencia del norte solar, de no ser así, se tendrá un error de casi 7 grados por el uso del norte magnético manifestado por topógrafos u otros planos de referencia urbana.



Montea solar de la torre Menara M, Ken Yeang

Montea solar electrónica, latitud 19°, 19', Raúl Huitrón



Solsticio de verano (21 de junio)

Equinoccios de primavera y otoño (21 de marzo y 21 de septiembre)

Solsticio de invierno (21 de dic.)



Es recomendable dibujar la gráfica sobre ventilación natural describiendo dos direcciones predominantes en cada cambio de estación, es decir, durante los solsticios y equinoccios ampliando su influencia en la volumetría del edificio. Cuando miramos las tablas relacionadas con este tópico, pueden encontrarse hasta 5 sentidos diferentes abreviados por la primera letra de su título en el idioma inglés, refiriéndose especialmente al oeste (**W**). En el caso de la Ciudad de México, los vientos dominantes son norte-sur y noreste-suroeste, además de registrarse otras corrientes a lo largo de avenidas primarias o corredores urbanos sin la interrupción de su fluencia natural por la presencia de barreras como edificaciones a partir de 4 niveles, anuncios espectaculares o pantallas naturales en forma de conjuntos de árboles con gran altura y follaje cerrado. Así, empezamos a emitir criterios sobre la orientación general de volumetría dejándola "abrazar" por el viento en conveniencia del microclima deseado en los espacios interiores y de la extracción del llamado "aire viciado".

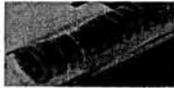
Enfatizando el nombrado confort térmico y lumínico, un microclima no sólo ostenta los adjetivos anteriores, sino que representa la clara intención de reproducir o programar una tipología climática del interés del proyectista y/o cliente, es decir, cuando buscamos la oportunidad de percibir un lugar boscoso, selvático, semidesértico, entre otros. Esta inquietud es creadora de ambientes a partir del manejo de material vegetal con relaciones específicas en el entorno inmediato, como la altura de muros colindantes, reflejo de la luz por manejo cromático y presencia de agua en aljibes o estanques; en esto debe obviarse la influencia del asoleamiento, humedad, temperatura y ventilación. Aspectos como el tiempo de insolación (horas y minutos con radiación en un día) y la nubosidad (existencia de nubes en ese horario) delatan por qué un día ha sido especialmente cálido. Esta información es aprovechada más adelante para el cálculo de parasoles con pretensiones a convertirse en un transformador de energía mediante paneles fotovoltaicos o celdas tipo "heliocol" para calentamiento de agua.

Sobre el tópico mencionado como "otros fenómenos recurrentes", como ciclones o huracanes, son considerados principalmente para el detallado cálculo estructural, destacando por ejemplo, el tipo de fijación y espesores de cristales cuando la velocidad del viento debe estimarse hasta de 250 km. por hora (especificado en las normas de la Comisión Federal de Electricidad para efectos de otras entidades donde no aplica el Reglamento de Construcciones del D.F. y Normas Complementarias), en comparación con velocidades presentadas en la zona centro entre los 60 a los 90 km. por hora de acuerdo a la altura de la edificación. Otros casos frecuentes se ejemplifican en puertos o bahías con alto riesgo, como es el caso del Golfo de México y el sureste del país durante los meses de septiembre y octubre, o vientos en forma de tormentas de arena procedentes del desierto en nuestro territorio, principalmente en los estados de Coahuila o Baja California, así como de E.U.A., desde Arizona, Texas.

Hasta ahora, hemos aplicado estos conceptos mientras se generan los trazos preliminares, ejes de composición y la ubicación del futuro proyecto arquitectónico en el terreno, con plena conciencia del ecosistema que se afectará y los **Principios Ecológicos** encargados de disminuir dicho impacto.



Los ciclos de vida de los organismos autótrofos, heterótrofos y saprofitos han resuelto, en condiciones ordinarias, un finito equilibrio sobre la reproducción de determinadas especies animales y vegetales que pudieran ser o no convenientes a la actividad humana, sobre todo si nos referimos a un sitio en medio de una zona sin la esencia original de su habitat por la influencia directa del crecimiento urbano, como es el caso de hongos, moho, insectos o plagas. Al mismo tiempo, irrumpiremos en procesos como la fotosíntesis, evaporación y erosión por viento y agua.



4.2 Inducido

"Raul,

I hope that you do understand the principles of designing a bioclimatic skyscraper. It is not just designing a low energy skyscraper. If it is, then any of a large number of buildings in the world already do this. There is more.

The bioclimatic skyscraper has to optimize on all passive modes for design. Followed by mixed-modes and then full-modes. Saving energy depends on what systems are being used, and what standards do you take for full mode? What is the energy consumption of a typical office building in your city in kw hrs/sq.m/annum? This should relate to international standards.



" Raúl,

Deseo puedas entender los principios del diseño bioclimático de un rascacielos. Esto no es sólo diseñar un rascacielos de bajo consumo energético. Si esto fuera así, habría entonces un gran número de edificios en el mundo que hicieran esto. Se trata de mucho más.

El rascacielos bioclimático tiene que optimizar los sistemas pasivos para su diseño. Seguido de un criterio mixto o híbrido, y ser un sistema integral. El ahorro de energía de qué sistemas se usarán, y bajo qué estándares de confort son considerados en forma integral. ¿Cuánta energía consume una torre de oficinas convencional en tu ciudad en kw/hr/sq.m/ al año? Esto debe trasladarse a los estándares internacionales.

Ken Yeang "
7 de octubre de 1999.

El armado de esta pieza procede del sistema pasivo de climatización para enfriamiento, calentamiento o ambos, donde resulta indispensable la comprensión sobre las condiciones de confort, el balance térmico del cuerpo humano, así como de las ganancias o pérdidas de calor, según sea el caso. Como se demostró en el capítulo **Algunos Ejemplos**, esta actitud creativa zonifica eficientemente el conjunto y nos acerca al modelado de espacios en su versión sustentable desde la lógica humana.



Para iniciar la explicación de este concepto, tomaremos la condición representativa de la zona centro del país, es decir, de la latitud 19° 21', correspondiente al Distrito Federal. ¿Por qué esta selección? La respuesta es en principio la que me exhortara a desarrollar esta temática y verter sobre ella la experiencia práctica durante el ejercicio profesional a partir de un campo de acción demandante de principios renovadores en edificaciones con mayor número de usuarios en una superficie de ciudad con menor disposición para el emplazamiento horizontal. Así mismo, la inversión financiera dedicada a bienes raíces para edificios corporativos, habitación y servicios, se ha ejecutado de forma progresiva en esta ciudad, presentando una constante búsqueda por eficientar la rentabilidad de lotes que promueven la oportunidad de construir más de 4 niveles. En cada caso o ciudad se deberán resolver los días y horarios convenientes para el “blindaje” del diseño bioclimático en el resto del año a excepción de la existencia de otros fenómenos capaces de alterar el comportamiento promedio estipulado en las tablas climatológicas.

4.2.1 Parámetros de confort.

Una vez comentado el anterior conjunto de principios conceptuales, continuaremos con la expresión tecnológica aplicada según la tipología del proyecto arquitectónico y sus recursos. Relativo al confort, debemos establecer los parámetros promedio para los espacios interiores de la edificación de acuerdo a sus actividades, ya sea como habitación, oficinas, recreación, deportivas y culturales. Cada una de ellas representa rangos óptimos en temperatura y humedad relativa de acuerdo a los diferentes tipos de clima; además de la ventilación e iluminación claramente establecidos en distintas publicaciones, destacando los alcances del AHSRAE, aplicado para el cálculo térmico y dimensionamiento de equipos de aire acondicionado y/o calefacción.

Temperaturas y humedades relativas de equilibrio para diferentes climas (Cd. de México):

<i>Clima</i>	<i>Temperatura °C</i>	<i>Media °C</i>	<i>Humedad</i>
<i>Cálido extremo</i>	<i>de 29 a 34</i>	<i>31.5</i>	<i>de 15 a 20</i>
<i>Cálido</i>	<i>de 26 a 31</i>	<i>28.5</i>	<i>de 15 a 50</i>
<i>Semicálido</i>	<i>de 23 a 28</i>	<i>25.5</i>	<i>de 20 a 60</i>
<i>Templado</i>	<i>de 20 a 25</i>	<i>22.5</i>	<i>de 30 a 70</i>
<i>Templado frío</i>	<i>de 17 a 22</i>	<i>19.5</i>	<i>de 20 a 60</i>
<i>Frío</i>	<i>de 14 a 19</i>	<i>16.5</i>	<i>de 15 a 50</i>
<i>Frío extremo</i>	<i>de 11 a 16</i>	<i>13.5</i>	<i>de 15 a 40</i>

Fuente: Guía para Aplicar Criterios de Eficiencia Energética en Construcciones para uso habitacional, FIDE

Los hermanos *Olgay* proponen por primera vez el concepto de confort térmico considerando este rango desde los 18 °C hasta los 26 °C, y es a partir de esto que se analiza la temperatura media mensual. Actualmente, se puede establecer un rango de confort con una proporción adecuada de usuarios o habitantes, entre los 20 y 27.8 °C (68 a 82 °F) de temperatura, y humedad relativa entre 18 a 77 %, aunque podemos afirmar que las temperaturas soportables por el cuerpo humano oscilan de 15.5°c (mínima) a los 55°c (máxima).



Si tomáramos un edificio de oficinas como ejemplo, tendríamos los siguientes valores para diseño:



Edificio de oficinas, Alemania, Thomas Herzog

Notas generales:

1. La superficie ocupada por persona varía al tratarse de oficinas federales o privadas.
2. El presente valor para luminarias se refiere al tipo fluorescente suspendido en plafón. Se deberá actualizar dependiendo del tipo de lámpara.
3. Los valores anteriores serán modificados de acuerdo a la tipología de la edificación.

Fuente: Battle-McCarthy Consultant Engineers, Londres, Reino Unido,

Esto nos ofrece en principio, una proporción para la ordenanza de los sistemas pasivos con conocimiento previo sobre las diferentes formas de ganar calor, divididas en exterior e interior. Los rayos que se desprenden del Sol representan las ganancias de calor exteriores, mientras que el cuerpo humano (calor sensible según su actividad), luminarias, equipos de trabajo (computadoras, digitalizadores, impresoras, fotocopiadoras, etc.), y los equipos operantes de la edificación (aire acondicionado y calefacción, ventiladores, extractores, subestación eléctrica, plantas de emergencia, etc.) son los responsables de la ganancia térmica interior.

Por otro lado, la carga térmica generada por los ocupantes, se debe a dos factores: calor latente y calor sensible. El **Calor latente** es una consecuencia de la respiración generando humedad, así como por el efecto de la transpiración de la piel. También podemos decir que es la energía empleada para romper los lazos que mantienen a una sustancia en un estado ya sea sólido o líquido y convertirlo en líquido o gas. (1)

Dependiendo del estado físico del cuerpo o material, se encuentran 3 tipos de calor *latente*:

- **Calor latente de fusión:** cantidad de calor necesaria para convertir una sustancia sólida en líquida. (1)

1. ANDERSON Bruce, *Guía Fácil de la Energía Solar Pasiva*, Edit. Gustavo Gili, México, 1984



- **Calor latente de vaporización:** calor que requiere un líquido para convertirse en gas.
- **Calor latente de sublimación:** calor necesario para que una sustancia pase de estado sólido a gas. (1)

Calor sensible. Se produce por el aire en contacto con la piel, sumando el calor radiante, por lo que la piel emite calor al medio circundante. El calor *sensible* es energía que se emplea para darle mayor velocidad promedio a las moléculas.

Ambos contenidos de calor, el sensible y el latente, constituyen lo que se denomina **entalpía** de un sistema.

No debemos perder de vista otros valores relacionados con la temperatura y el calor. El **calor específico** se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa. La **caloría** es la cantidad de calor que se requiere para elevar la temperatura de un gramo masa de agua un grado centígrado o *Celsius* de temperatura. El **gramo masa** es la masa o contenido de la materia que tiene un centímetro cúbico de agua a 4 grados centígrados. A la centésima (1/100) parte entre los niveles 0 y 100 se le denomina 1 grado centígrado o Celsius.

- Se requieren 80 calorías para convertir 1 gramo-masa de hielo a agua líquida a la temperatura de 0 grados centígrados y a nivel del mar. Un líquido o sustancia empieza a solidificarse cuando su temperatura baja a menos de su temperatura de fusión. (2)

4.2.2 Transmisión de calor.

Existen 3 formas principales de transmisión o intercambio de calor considerados para el uso de sistemas pasivos de climatización:

Conducción. Se refiere a la absorción directa de la radiación solar, transformada en energía calorífica, conduciéndose o distribuyéndose dentro del cuerpo / materiales. Esto también indica una transmisión de calor entre dos o más objetos por el contacto molecular interactivo, donde el calor fluye de lo caliente a lo frío, calentando las moléculas superficiales para otorgar su energía a las moléculas vecinas y procurar homogeneizar la temperatura del cuerpo. (3)

La conducción de calor puede ser descrita hoy en día en función no sólo de la naturaleza corpuscular de la energía, tal como se expresa en las poderosas generalizaciones de la teoría cuántica. El hecho de que los metales exhiben alta conductividad eléctrica al igual que gran conductividad calórica, dió el primer indicio sobre el mecanismo primario de esta segunda conducción en aquellos materiales, donde los metales deben su alta conductividad de calor a su abundante posesión de electrones libres, los bien conocidos conductores de la electricidad.

1. ANDERSON Bruce, *Gula Fácil de la Energía Solar Pasiva*, Edit. Gustavo Gili, México, 1984
 2. *Guía para Aplicar Criterios de Eficiencia Térmica en Construcciones para Uso Habitacional*, FIDE. México, 1996
 3. *Cómo Proyectar con el Sol*, Edit. Gustavo Gili



Convección. Indica el calor que acompaña al movimiento del aire o agua, donde la materia transmite calor desde su superficie sobre las moléculas de un líquido o gas. Esto también puede entenderse como el movimiento molecular capaz de transmitir calor (de lo caliente a lo frío) en el interior de un líquido, gas o mezcla gaseosa. Para este efecto, se expande más calor si es mayor la diferencia de temperatura. A partir de la convección, la temperatura de cualquier cuerpo o material se modifica por las corrientes de aire cambiando la humedad, cediendo así calor al exterior. Podemos hablar de convección artificial si aceleramos el movimiento del aire mediante ventiladores. (1)

Radiación Térmica. Es la transmisión de calor entre dos o más objetos mediante la radiación electromagnética, donde los cuerpos irradian calor o energía en distintas direcciones como consecuencia de las vibraciones de las moléculas superficiales. La radiación térmica está constituida por el infrarrojo con amplitud larga, determinando la amplitud de la onda de la radiación.

Resulta importante entender las reacciones del aire en el interior respecto a los diferenciales de temperatura dentro de un mismo espacio, es decir, la *estratificación del aire* cuando éste tiende a elevarse de acuerdo a su temperatura. Este concepto implica un razonamiento para sistemas pasivos que deriva en la altura correcta de aberturas, inyección y extracción de aire. (1)

La regulación térmica es un principio que indica la amortiguación de calor utilizando elementos móviles, los cuales impiden la pérdida de calor durante la noche. De esta manera, también existen elementos capaces de impedir el enfriamiento o calentamiento como algunos dispositivos electrónicos de medición (termostato diferencial conectado a un ventilador), compuertas de tiro o aberturas regulables, aleros, terrazas y parasoles (louvers) que ofrecen sombra a las superficies.

Además de las formas de transmisión de calor, cada material se comporta de distinta forma de acuerdo a sus propiedades ópticas que son:

- absorción, o la forma de absorber calor;
- conductancia, o la forma de conducir el calor a través de sus partículas;
- emitancia, o la forma de emitir dicho calor al interior. (3)

Otras definiciones integrales del concepto calor:

Masa Térmica: Propiedad de los materiales para acumular calor. El peso del material resulta directamente proporcional a la acumulación de calor.

Valor U: Medida de la cantidad de calor perdida a través de los materiales (muros). A menor pérdida de calor, menor será este valor.

Valor R: Medida de la capacidad de aislamiento térmico de un material. Mejor será el aislamiento y menor la pérdida de calor, a mayor valor de R.

Coefficiente K: El comportamiento térmico o capacidad aislante es identificada por su coeficiente de conductividad térmica "k", medido en W/m °c. (1)

1. ANDERSON Bruce, *Guía Fácil de la Energía Solar Pasiva*, Edit. Gustavo Gili, México, 1984

3. *Como Proyectar con el Sol*, Edit. Gustavo Gili,



4.2.3 El cuerpo humano.

El ser humano, como criatura de sangre caliente, debe mantener una temperatura corporal de 36.5 a 37.5°C (temperatura del corazón) y una temperatura media de la piel de 34.6°C. Para lograrlo, el cuerpo gana y pierde calor generando un balance térmico con ayuda de una segunda y tercera piel, es decir, la ropa y la arquitectura. La condición de comodidad termo-regulatoria del humano presenta como parámetros la temperatura media radiante, la velocidad del aire, humedad relativa y la resistencia térmica de la ropa.

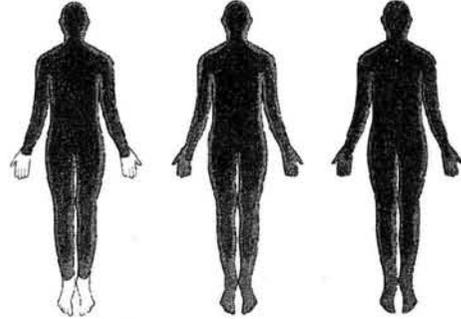


Ilustración sobre las temperaturas en el cuerpo humano, incluidas en el libro Sol Power

Fuente Notas del Curso de Actualización en Energía Solar, Dr. Diego Morales
Clase de Sistemas Pasivos de Climatización, Dr. Diego Morales

Cuadro del sistema termo-regulatorio del humano

Zona de termoneutralidad (*)	órgano regulador: hipotálamo
	Temperatura constante: 36.5 a 32°C
Zona de hipotermia (**)	Temperatura mínima de 15.5°C
Zona de hipertermia (**)	Temperatura máxima de 55°C

Donde:

*: temperatura interna del cuerpo humano

** : temperatura del ambiente

Los datos anteriores son referidos a las condiciones del cuerpo desnudo.

Fuente Notas del Curso de Actualización en Energía Solar, Dr. Diego Morales
Clase sobre Sistemas Pasivos de Climatización, Dr. Diego Morales

El balance térmico indica pérdidas de calor a partir de la radiación, de la evaporación-convección, la conducción y el trabajo mecánico. Las ganancias de calor se deben al metabolismo basal, la actividad muscular, y a mecanismos fisiológicos involuntarios como el efecto de la tiroxina y adrenalina sobre las células, así como al efecto de la temperatura sobre estas últimas. Debemos mencionar que si la temperatura exterior es mayor a la del cuerpo, existirá una ganancia de calor.

De esta forma, se establece el equilibrio *termohigrométrico* combinando los intercambios energéticos entre el cuerpo humano y los siguientes conceptos: actividad, peso, edad, raza, dieta alimenticia, clima, y las pérdidas y ganancias de calor que le produce el medio ambiente. Resulta interesante destacar el tópico de la actividad, puesto que la diferencia de este desprendimiento térmico rebasa las 5 veces desde un estado de reposo, como el estar dormido, hasta una actividad deportiva, principalmente en un sitio cerrado o gimnasio. (2)

2. Guía para Aplicar Criterios de Eficiencia Térmica en Construcciones para Uso Habitacional, FIDE. México, 1996



El cuerpo puede producir calor metabólico según cada actividad como:

- durmiendo:
- sentado:
- parado, relajado:
- escribiendo a máquina:
- cocinando:
- trabajo mecánico:
- trabajo ligero:
- actividad deportiva:



40 w/m²
 60 w/m²
 70 w/m²
 65 w/m²
 95-115 w/m²
 130 w/m²
 115-140 w/m²
 200 w/m² en adelante

Casa Bioclimática Aguilas, México, D.F.,
 Raúl Huitrón, 2003

Fuente: Clase sobre Técnicas de Arquitectura Solar, Dr. Diego Morales

A través de ecuaciones matemáticas, como la desarrollada por el húngaro S. Szokolay, puede obtenerse la temperatura llamada de "comodidad humana":

$$T_n = (17.6 + 0.31T_e) \pm 2.5 \text{ grados centígrados}$$

Donde:

$T_e =$ Temperatura promedio mensual

Así, tendremos una fórmula para los casos de comportamiento arquitectónico respecto a todos los flujos de calor exterior - interior, en los términos del balance térmico de una edificación, destacando la siguiente fórmula donde deberá manifestarse un resultado igual a 0 (cero).

$$Q_s + Q_c + Q_i + Q_v + Q_m - Q_e = 0$$

Donde:

$Q_s =$ Ganancia por radiación en superficies opacas o transparentes.

$Q_c =$ Ganancia o pérdida de calor por conducción de los elementos envolventes.

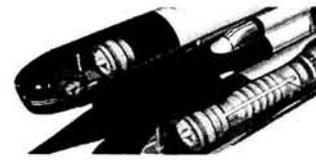
$Q_i =$ Ganancia de calor en interiores por el metabolismo basal humano, luminarias y equipos.

$Q_v =$ Ganancia o pérdida de calor por ventilación o infiltración.

$Q_m =$ Calentamiento o enfriamiento producido por sistemas mecánicos para acondicionamiento.

$Q_e =$ Pérdida de calor por enfriamiento evaporativo o ventilativo.

Fuente: Guía para Aplicar Criterios de Eficiencia Energética en Construcciones para uso habitacional, FIDE



4.2.4 Sistemas Pasivos

Partiendo de la tipología de la obra arquitectónica, los estándares de confort y su relación con la temperatura exterior confieren su principal atención al enfriamiento en el Distrito Federal, sin embargo, en zonas periféricas, con una variación de la latitud mencionada, cercanas a grandes concentraciones de vegetación, durante el invierno o días con alta precipitación pluvial, puede solicitarse la necesidad por calentar el interior. En la revisión a las tablas climatológicas mensuales, encontramos menos de 90 días al año, con temperatura inferior a los 15°C, y la demanda por activación de sistemas mecánicos de calefacción es poco frecuente, pero revisemos las consideraciones generales para el calentamiento pasivo.

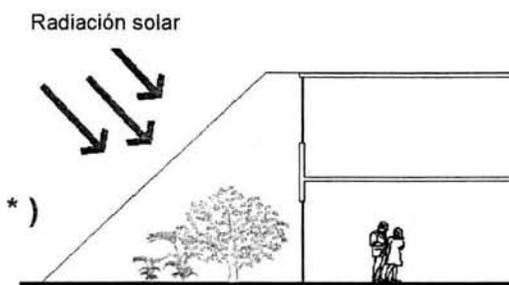
Un **Sistema Pasivo de Calentamiento** requiere de 3 elementos principales:

- Fuente de calor – Sol
- Almacén de calor
- Espacio a calentar

Fuente: Clase sobre Sistemas Pasivos de Climatización, Dr. Diego Morales

Un almacén de calor puede definirse como un pozo o depósito, que según su orientación, materiales y volumen, deberá maximizar la absorción térmica procedente de la radiación solar. El éxito de esta función dependerá de su capacidad para retener la energía almacenada y permitir su desprendimiento gradualmente durante la noche en forma de calefacción pasiva, donde a su vez, los espacios evitarán la pérdida de calor por el sello en cerramientos y masa térmica de los elementos constructivos. La analogía con algunas técnicas, como las empleadas en proyectos de casas-habitación o de similar escala, representa el punto de partida para manipular este concepto en origen y manipular su proporción siempre que se compruebe cada acción y comportamiento del espacio, así como su relación con su conjunto ascendente por niveles. Este criterio podemos explicarlo con más sencillez si lo comparamos con "la receta" de un platillo de cocina, donde el chef conoce la cantidad de cada ingrediente considerando 6 comensales por una demanda limitada a un día de la semana, sin embargo, cocinar lo mismo para 50 o 100 personas no significa reproducir en forma directamente proporcional cada condimento y los procesos de cocción... sería un error.

Por ejemplo, el caso de absorber calor del exterior por superficies de cristal de una edificación con dos pisos de altura, y conservarlo en el interior inmediato a través de un solario, pozo térmico o un



muro tipo "Tromble", ofrece la idea de manejar una envolvente de vidrio en un proyecto de más entresijos y conservar esta energía aprovechando la masa térmica de sus elementos constructivos, además de procurar el movimiento en las corrientes

ventilativas que mantengan los parámetros de confort y satisfacer el número de cambios de aire, siendo compatibles con la condición activa por equipos de aire acondicionado y/o calefacción.

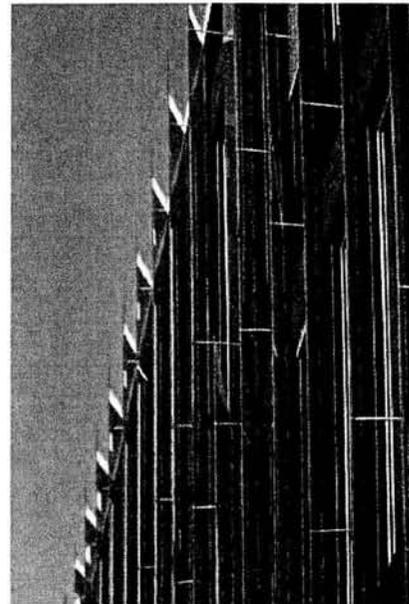
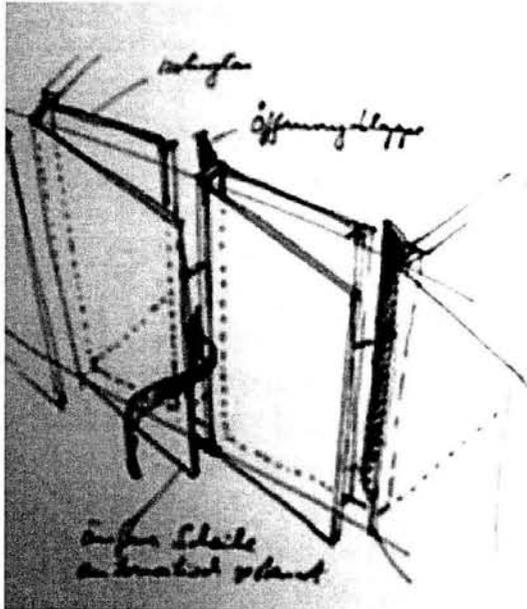


Casa Wohnhaus, Regensburg,
Thomas Herzog, 1977-1979

*. Proyecto Solario, D.F., Raúl Huitrón, 1996



Así, podemos analizar el resultado creativo y tecnológico de un edificio de oficinas en Kronberg, Alemania, diseñado por el despacho ario Schneider + Schumacher, quienes desarrollaron una "dermis dentada" capaz de conducir calor al interior y atraparlo en los pisos postensados de concreto, mientras la llamada fachada inteligente modula la cantidad de viento que aceptará del exterior por un control electromecánico en persiana adosada y piezas de cristal.



Croquis conceptual de fachada dentada y parte de la fachada, edificio de oficinas, Kronberg, Alemania, Schneider+ Schumacher

Insistiendo en la intención de este contenido y especificar el manejo tecnológico en edificaciones con crecimiento vertical, resulta efectivo analizar los cortes arquitectónicos sobre los planos frontales y laterales de una montaña solar. El primer contacto con esta energía se traduce en **íconos de conversión**, para acumularla, transformarla o liberarla a nivel de desplante, estructura o dispositivos aéreos. Estos elementos o captadores térmicos programan el confort visual y modulan la iluminación natural directa e indirecta, evitando que la reflexión irrumpa violentamente el espacio a través de las superficies de visión al exterior – ventanas o aberturas – y deslumbren a sus ocupantes.

Retomando el concepto de transformación, surge la oportunidad de convertir la radiación solar en promotora de una corriente eléctrica al concentrar el calor en hojas de sílice con recubrimientos de aluminio, polímeros o cristal, también llamadas celdas fotovoltaicas, que por un circuito con resistencias se dirige la corriente hacia una concentración de baterías o su incorporación directa a la red convencional para su consumo. Otros sistemas ofrecen el calentamiento de agua con paneles de serpentines de plástico expuestos e interconectados en circuito cerrado hacia un termotanque. Con el mismo criterio, existe la alternativa de un almacén de agua colocado en la planta de azotea y direccionado a captar el mayor promedio de insolación a partir de la latitud del lugar.



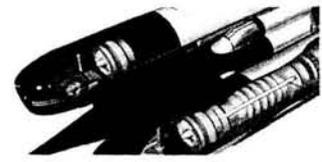
Retomando el caso frecuente a resolver, continuaremos con los **Sistemas Pasivos de Enfriamiento**, su tipología y lenguaje tecnológico en el marco de la Ciudad de México, a partir de tres días críticos para diseño: 21 de marzo, 09 y 24 de mayo. La técnica que facilita esta selección se ejemplifica a partir de gráficas mensuales con lectura representativa de la temperatura horaria, tanto en bulbo seco, como húmedo, diferenciados por el color de las líneas.

El concepto de **enfriamiento pasivo** se define técnicamente como la descarga de energía por la interacción del edificio con el medio ambiente, incorporando conceptos como la ventilación natural, control de las ganancias de calor, y las propiedades térmicas de los materiales. Esta condición de enfriamiento se establece por una posición permeable del calor entre los límites espaciales y el exterior, motivada por el manejo de materiales con baja masa térmica, alta conductividad, y por la disminución horaria de exposición al infrarrojo.

En climas secos, existe el enfriamiento por radiación al cielo y el enfriamiento evaporativo para reducir la temperatura del sistema, mientras que los climas húmedos dificultan ambos mecanismos y sólo se tiene disponible el enfriamiento cuando el aire es más frío, además de considerarse normalmente la combinación con sistemas mecánicos, como es el caso de equipos deshumidificadores en el acondicionamiento de aire. Por otro lado, el calor puede disiparse por una elevación de la energía de tipo sensible del aire circunvecino, como es el caso de las corrientes nocturnas, o por elevación de la energía de calor latente. Cuando la temperatura del suelo es considerablemente más baja que la temperatura del aire en el medio ambiente, se puede utilizar este medio para desprenderse de una fracción de la carga de enfriamiento tradicional.

Un papel protagónico lo adquiere el aire en forma de ventilación mientras puede comportarse como el termostato natural de acción convectiva sobre los elementos constructivos y cuerpos contenidos en el espacio arquitectónico. La acción del viento se establece ante las diferencias de temperatura y presión atmosférica produciendo movimientos compensatorios que se transforman en corrientes con sentido horizontal; así, se dibujan las líneas de circulación reguladas por 4 fuerzas principales: *Coriolis* (desviación del viento por la rotación terrestre), *Gradiente de Presión* (movimiento del aire de una presión alta a baja), *Centrífuga* (cuando el aire gira alrededor de celdas de presión), y *de Fricción* (al modificarse la dirección y velocidad del viento por la cercanía con la superficie terrestre).

Estos conceptos no sólo anticipan el manejo de la entrada y velocidad del aire en una habitación, como aparece normalmente en las publicaciones, sino que advierten su importancia al tratarse de una edificación con un volumen mayor a los 4 ó 5 pisos, aumentando la presión de éste conforme aumenta su altura. Retomando el primer punto, existen criterios sobre el flujo de aire, principalmente al provocar diferencias de presión alrededor de la aberturas o ventanas, y su referencia con las superficies sólidas que las rodean. Cuando la abertura de salida es mayor que la de entrada, aumenta la velocidad de la corriente ventilativa; si la ventana no se encuentra en el centro del muro, tendremos una presión desigual alrededor, generando un flujo diagonal con mayor presión. Debemos recordar que cuantas más líneas en diagonal o cambios de dirección del aire, más se reducirá su velocidad, incluso si incluimos una tela de mosquitero de nylon (reducción hasta de un 30 %). (4)



Manipulando la proporción gradual del agua en el aire, se disminuye la temperatura por evaporación, solución pasiva descrita como **enfriamiento evaporativo**, aumentando localmente la humedad relativa al dirigir la corriente de viento hacia aljibes o fuentes, así como por la presencia de determinado material vegetal. Es importante mencionar que la vegetación se suscribe como filtro natural con un valor agregado de enormes beneficios, destacándose, dependiendo de su tipología, por la transformación de bióxido y monóxido de carbono en oxígeno, así como la recreación de determinados ambientes en microclimas según su origen natural.

El *National Aeronautics and Space Administration NASA*, ha perfeccionado el manejo de plantas bioregeneradoras con capacidad para limpiar el aire viciado y contaminado en una habitación de 3x4 metros a partir de cierta vegetación de hojas verdes, provistas de microorganismos con funciones limpiadoras a la altura de la raíz, donde la tierra trabaja como esponja que filtra formaldehídos, monóxido de carbono y otros químicos en el aire.

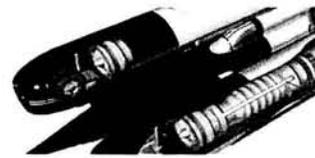
Entre las plantas bioregeneradoras y elementos filtro se encuentran:

<i>Nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>
* Cuna de Moisés	Spatifillum, Mauna Loa
* Planta de Plátano	Musa
* Piña Nona	Filodendro
* Gerbera	Gerbera Jamesoni
* Espada	Sansviera Trifasciata
* Algunas especies de Dracena	Dracena
* Planta Araña	Clotitum Elatum Vitiatum
* Croton Dorados, Pothos	Scindapsus Aereus
* Algunas especies de Crisantemos	Crisantemos Merfolium

4.2.5 Tecnología para control de ganancias de calor exteriores.

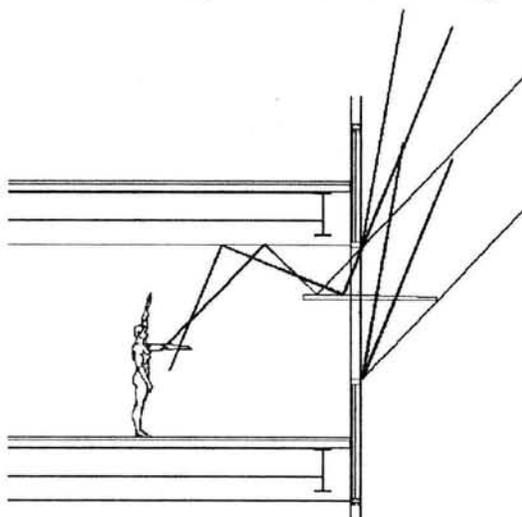
El control de las ganancias de calor por el exterior principia por el análisis del asoleamiento directo y la transmisión de calor a través de los materiales de la envolvente. De la radiación solar se desprenden rayos o componentes, de los cuales el **infrarrojo** es el principal responsable del calentamiento de las superficies, mientras el **ultravioleta** también produce modificaciones en el pigmento de las partículas en los objetos, es decir, la decoloración ante el intemperismo.

Como se ha mencionado en la primera parte del Inductor, la *gráfica* o *montea solar* es la técnica resuelta al análisis de los ángulos de incidencia solar, donde el diseño de parasoles o biseras en el exterior pueden incorporarse a la morfología del edificio. Su diseño y dimensiones deben dar el adecuado porcentaje de sombreado sobre el material que pudiera tener la mayor absorción, conductancia y emitancia de calor, como es el caso del cristal o estructuras con baja masa térmica determinada por su peso y espesor.



En otros casos, la losa de entrepiso puede volarse creando "cintillas" horizontales de claro oscuro, sin embargo, el antiguo manejo de balcones desiertos con sillas de descanso hacia vistas panorámicas poco atractivas, han venido a convertirse en "tierra de nadie" o bodegas aéreas al descubierto.

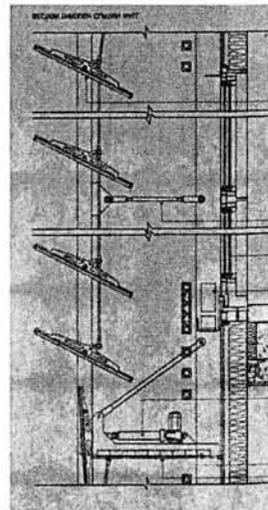
Esta situación adherida a la intención por el uso constante de la superficie rentable, transforma las fachadas de la mayoría de los edificios corporativos en cortinas de cristal o con elementos combinados entre pretilas, faldones y ventanas, retomando en ambos casos, la necesidad por controlar el infrarrojo a través de parasoles o persianas. Por otro lado, el uso de terrazas jardinadas ofrece nuevas ventajas cuando se aprovechan para la producción de microclimas, filtro de polvo e iluminación natural, además de un camuflaje visual contra desagradables paisajes urbanos.



Croquis de corte por fachada con ángulos de incidencia solar

Normalmente, el material del parasol es seleccionado por su ligereza y color, primero para facilitar su anclaje a la estructura, y segundo por la cualidad de ser convertido en panel reflejante - *light shelf* - de luz natural al interior sin carga térmica. En el detalle de corte por fachada esquemático - ver ilustración - , observamos la incidencia solar en una fachada sur en 3 horarios distintos durante el equinoccio de primavera o 21 de marzo en la Ciudad de México, permitiendo resolver gráficamente la dirección en sentido horizontal del sistema de protección solar, sin embargo, éste se irá modelando según su profundidad y altura respecto al entrepiso a proteger.

Al diseñar la fachada como un sistema integral, es convertida en un "ente homeostático" activo que interactúa con el medio, similar al comportamiento de la piel humana que abre y cierra sus poros, modulando la humedad cutánea como parte de un complejo balance térmico. Esta complejidad puede ser manifestada en la envolvente con la presencia de mecanismos manuales o computarizados, así como de sensores térmicos y/o lumínicos, como es el caso de la torre *Debis*, en el complejo mixto-empresarial de la *Potsdamer Platz*, en Berlín, Alemania, del arquitecto italiano *Renzo Piano*. Además de controlar el infrarrojo por louvers móviles en el exterior, la fachada incluye pretilas con paneles de lana mineral como aislante termo-acústico, evitando al mismo tiempo el paso de humo y la "lengua de fuego", en caso de incendio con ruptura de vidrio. El acristalamiento en zonas de visión es doble, con una cámara de aire interior.

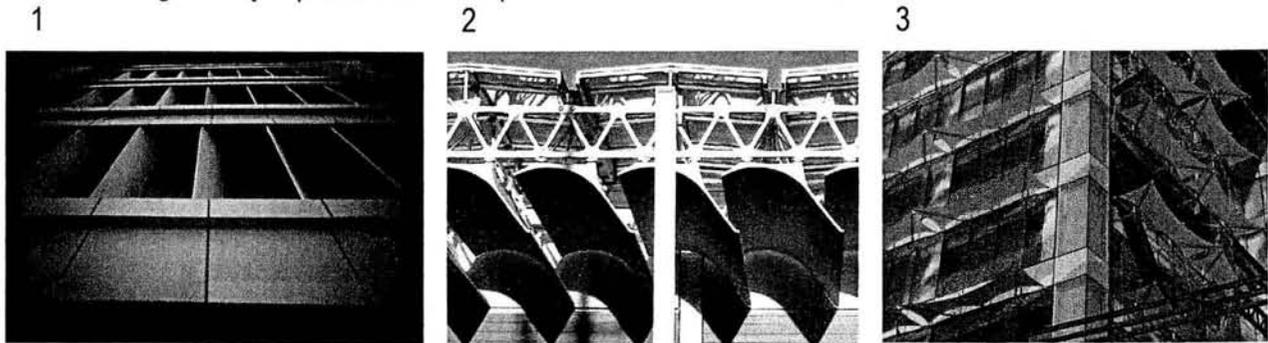


Detalle de fachada, torre *Debis*, *Potsdamer Platz*, Berlín



Entre más bajo sea el ángulo de incidencia respecto a la línea de tierra o nivel de piso, tendremos necesidad de proyectar elementos verticales o partelas capaces de mantener la visibilidad del contexto en un sentido, mientras se proyecta sombra en el otro. De cualquier modo, no quisiera "enclaustrar" la idea de utilizar esta técnica en nuestra latitud, en el sentido de las "X" (como referencia de los ejes cartesianos) cuando el Sol nace por la orientación oriente hasta 3 ó 4 horas después, y las 3 últimas horas hasta el ocaso por el poniente, ya que limita la imaginación del proyectista, quien debe obligarse a seducir su propuesta con la ejecución atrevida de un visionario.

Veamos algunos ejemplos de esta interpretación.



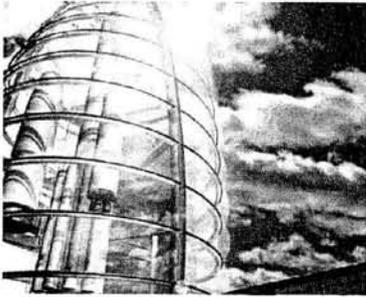
1. Detalle de fachada poniente con parasoles verticales de zinc, torre Eclipse, México, D.F., Picciotto Arquitectos
2. Detalle de cubierta con light shelves, The Menil Collection Museum, Houston, E.U.A., Renzo Piano Workshop
3. Detalle de fachadas sur y oriente con membranas horizontales, Corporativo Insurgentes 553, México, D.F., Picciotto Arquitectos

Una importante premisa es referida al mantenimiento integral de fachada; el sistema de góndola y canastilla deberá "librar" fácilmente los elementos que sobresalgan del perímetro general, además de utilizar materiales que repelen el polvo transportado por el viento, tales como el aluminio, zinc, plástico, cristal laminado, membranas (tela de nylon con recubrimiento de tedlar o teflón), entre otros. Evitando otra forma de calentamiento indirecto se encuentra el producido por la temperatura sol-aire y entra en contacto con la envolvente. El método que controla este fenómeno queda inscrito en las características y propiedades térmicas de cada elemento integrante de las fachadas. Aunque dicha selección de posiciona prácticamente en la etapa final del proceso de diseño arquitectónico, se debe incluir como parte del conocimiento ordenado por ganancia de calor del exterior, además de incluir algunos precedentes innovadores según las necesidades de cada proyecto.

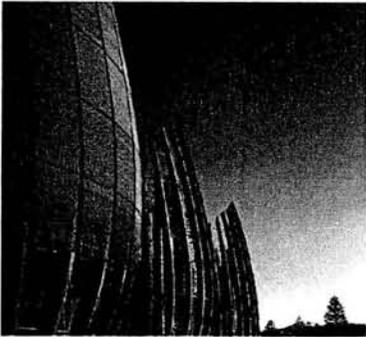


Diafragmas de polímeros con un criterio similar a la tecnología del vidrio, que según su configuración, evitan la penetración de los rayos infrarrojo y ultravioleta. Con el concepto de "pompas de jabón", el arquitecto inglés *Nicholas Grimshaw* ha creado *The Eden Project*.





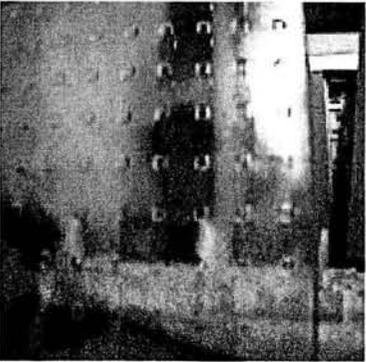
Estructuras ligeras con doble dermis de polímeros como aislante termo-acústico tienen la intención de maximizar la iluminación natural y dominio visual del entorno. Aunque todavía representan un costo de inversión elevado, puede estudiarse el beneficio al estructurarse con elementos ligeros como el aluminio y prefabricados. Este edificio recibe el nombre de *Space Center*, en Londres, Reino Unido, de la firma inglesa *Nicholas Grimshaw and Partners*.



Madera, ya sea laminada y/o estufada, atendiendo su comportamiento ante los cambios de temperatura del medio natural circundante, así como su proceso de mantenimiento contra hongos y plagas (por ejemplo, pentaclorofenol en caso de polillas), selladores y barnices por intemperismo y humedad.

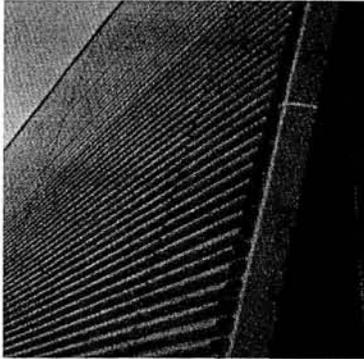
Entre los proyectos más representativos con esta piel como filtro de iluminación por incidencia directa, se encuentra un centro cultural en *Nueva Caledonia* del arquitecto italiano *Renzo Piano*.

Otros materiales con uso frecuente en nuestro país han venido desarrollando nuevas variedades en colores, texturas, transparencia, ligereza y fácil mantenimiento, como es el caso del vidrio, aluminio, membranas, entre otros.



El cristal es uno de los materiales que ha "mutado" diferentes cualidades ante la creciente demanda de edificios de oficina principalmente. Transparente o translúcido, templado, laminado, serigrafiado, esmerilado, al ácido, doble con cámara de aire, entre otras técnicas, ha demostrado su flexibilidad desde una simple mampara hasta soluciones estructurales como losa, columna o trabe. Su espesor es determinado por la resistencia a la succión y presión de viento según la altura a la que sea colocado, además de variar su masa térmica. Con tecnología avanzada hacia el control de calor, surgen "nuevas especies" de cristales como el denominado *Low-E*, de

la firma inglesa *Pilkington*, el cristal inteligente con patente de *Southwall Technologies (E.U.A.)* y *Cristacurva (México)*, o los de origen francés de la empresa *Saint Gobain*, como son los *Antelio*, *U-Glas*, *Master Glass*, etc. El limitante manejo de las hojas o piezas ha venido incrementándose, desde la hazaña constructiva del *Cristal Palace (Palacio de Cristal)* para la primera exposición universal en 1851, *Londres*, donde *Joseph Paxton* – su autor – logró módulos de 1.20 m. de longitud. Actualmente, se ha triplicado esta dimensión.

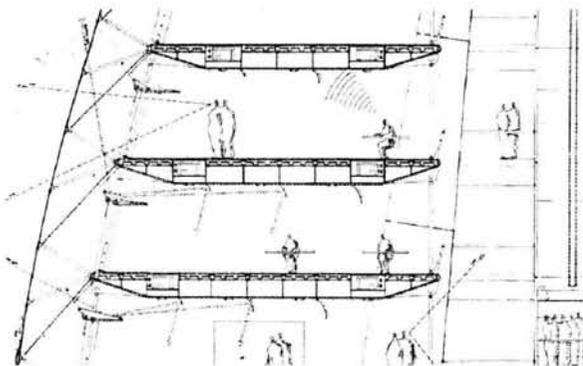


El aluminio no ha sido la excepción en la reproducción de distintas variedades, destacando las cubiertas y muros ligeros con elementos aislantes, o el multiperforado para una mayor ligereza y paso de aire en celosías o parasoles. Destacan empresas como *Hunter Douglas*, presentando en el mercado láminas planas, acanaladas y onduladas, como alternativa a la apariencia del edificio. Su potencial como cubierta reflejante del infrarrojo ha sido demostrado en edificios como *Parque Insurgentes* –oficinas- y *Conjunto Residencial Palomas* –departamentos en condominio-, ambos de *Picciotto Arquitectos (México)*.

Además de controlar la ganancia y pérdida de calor de una edificación, puede incrementarse la eficiencia energética en un 20 a 30% empleando adecuadamente sistemas de aislamiento en cubiertas, tragaluces, muros exteriores, ventanas, puertas y pisos.

La capacidad de aislamiento de éstos depende de 3 elementos principales: *material resistente*, *material de recubrimiento* y *termoaislantes*. El llamado *material resistente* absorbe deformaciones y esfuerzos en base a los límites de seguridad establecidos por los reglamentos de construcción vigentes en nuestro país. Sobre el material mencionado, se aplica el *recubrimiento* y ser aplanado con distintos acabados y texturas contra la filtración de agua y protección a los impermeabilizantes o termoaislantes agregados. El *termoaislante* reduce la transmisión de calor, y en su caso, impide cederlo de interior a exterior cuando así convenga; entre los más comunes se encuentran el poliestireno celular, elastomérico celular, fibra de madera, fibra o lana mineral (fibra de vidrio), fibra celulósica, perlita, vermiculita, vidrio espumado, silicato de calcio, poliuretano celular, espuma fenólica, sílica diatomácea, entre otros. Un sistema que no podemos dejar atrás, considerado indispensable en varios casos, lo representa la cámara de aire entre dos elementos constructivos y/o de acabados.

4.2.6 Tecnología para control de ganancias de calor interiores.



Croquis de movimiento de aire del Green Building, Future Systems y Ove Arup, Londres, Reino Unido

Este punto evidencia el interés de los proyectistas por un edificio con un margen de confort deseable, principalmente porque nos enfrentamos a una forma de ganar calor ineludible en el interior de los espacios arquitectónicos: el metabolismo del cuerpo humano, equipos electrónicos y electromecánicos, y luminarias.

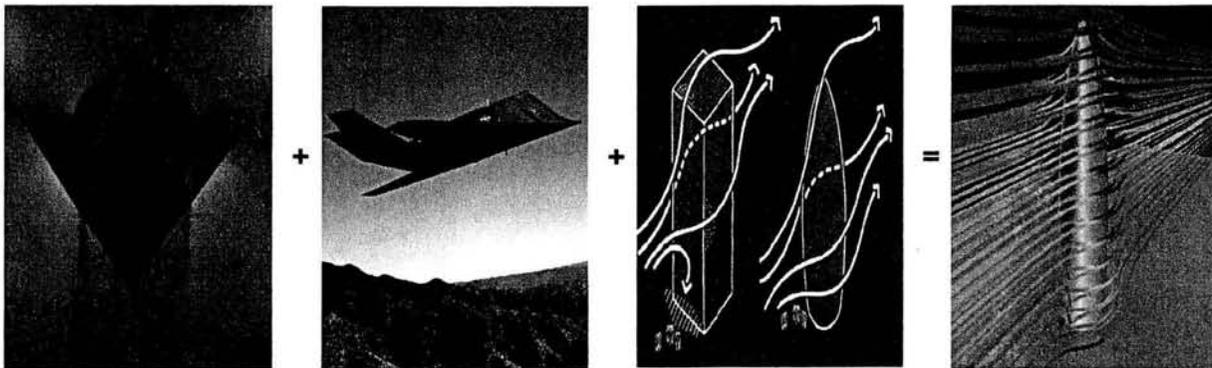
La solución es muy clara: **el movimiento del aire.**



El alcance y desarrollo procedente de otros sistemas tecnológicos han influido notablemente en el perfeccionamiento de técnicas aplicables a la ciencia proyectual - constructiva, como las simulaciones de comportamiento aeronáutico que terminan modelando el fuselaje de la aeronave de acuerdo a la velocidad, altura, presión y empuje del aire.

Luis Fernández-Galiano, editor de la revista española *Arquitectura Viva*, ha descrito esta situación como parte de la *Era Digital* en la historia del mundo, donde arquitectos como *Norman Foster* explican en su acervo curricular la fuente de inspiración y superposición de diversos programas de ingeniería aéreo-espacial en el cálculo de ventilación natural, así como la anticipación del comportamiento de aire dentro de los espacios arquitectónicos.

Las corrientes de aire establecen o limitan los distintos estratos referidos al diferencial de temperatura en el local, dando aviso de la posible ubicación de aberturas direccionadas al flujo de ventilación, y como consecuencia, el perfeccionamiento del "fuselaje" de la envolvente a través de diversos programas para manipulación geométrica.



De esta forma, se presenta el concepto denominado *Wing-wall (muro-ala)*, planteado por Ken Yeang, que no es otra cosa que el diseño de la abertura orientada hacia los vientos dominantes y producir distintos efectos en el interior del espacio construido. Esta explicación se ha descrito al principio del "anclaje" sobre las piezas de armado del inducido como Sistema Pasivo de Enfriamiento, es decir, Enfriamiento Ventilativo.

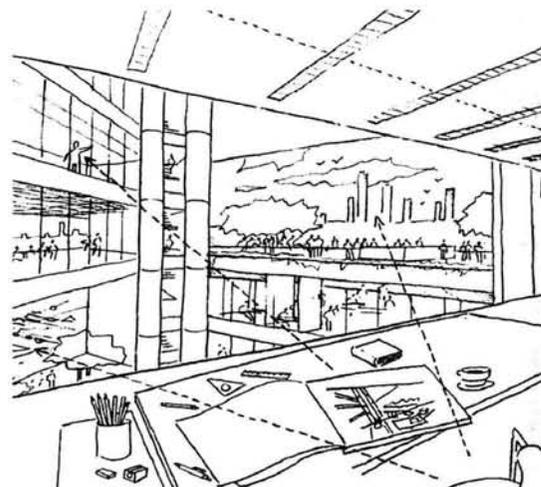
Lo anterior nos conduce a anticipar el comportamiento de las corrientes desde el cálculo de las superficies o aberturas para su entrada, animaciones virtuales sobre el empuje de aire, y la precisión de velocidades y cambios de presiones mediante un programa de computadora especializado: "air flow análisis" (análisis de flujo de aire) y "natural ventilation" (ventilación natural), que serán explicados más adelante. El cambio de presiones se genera ante el diferencial de temperatura entre el aire de espacios ocupados y los vacíos en un rango de 8°C, dando dirección a éstos en el sentido conveniente a la succión-convección natural y al proyecto de acondicionamiento de aire. Es recomendable iniciar este análisis en forma de *layout* o red de instalaciones, planteando el criterio general de ventilación y movimiento interior de aire en plantas y cortes arquitectónicos; con la revisión simultánea de las montañas solares, ampliaremos nuestra percepción del estado del medio natural y su postura dispuesta a integrarse en nuestro proceso de diseño bioclimático.



Para continuar, el proyectista tiene la grandiosa oportunidad de proponer preguntas sobre el modo de vivir de la futura edificación, tales como: ¿debe sugerir la continuidad de la ciudad como su extensión vertical? ¿cuál deberá ser su apariencia para filtrar los beneficios del entorno? ¿cómo será su lectura desde los vecindarios contextuales? Las respuestas van más allá de la comercialización de bienes raíces comprometidas únicamente con la amortización financiera y utilidades de sus promotores, hablamos de **calidad de vida** en el interior de los edificios, que lejos de confrontarse a las fluidas ventas comerciales, representa un valor agregado capaz de sobrevalorar cualquier inversión inicial.

Esto se relaciona directamente con las dimensiones de cada edificio, algunos capaces de insertar servicios múltiples como restaurantes, museos, parques o salas de cine, otros con proporción mas limitada, común ejemplo en ciudades como el Distrito Federal; Guadalajara o Monterrey, acostumbradas al desarrollo inmobiliario con una sola tipología, aún con oportunidades "multidimensionales" de organizar terrazas privadas y comunes, jardines y otros espacios de transición como una pantalla natural visual.

Como hemos visto, en este momento del proceso proyectual interactúan concientemente la teoría bioclimática con la intención práctica de la forma de vida, analizando comparativamente el costo-beneficio entre rentabilidad, productividad y tranquilidad de los habitantes, conceptos difíciles de mezclar desde la Revolución Industrial y posguerras. Esta visión ha despertado la imaginación de arquitectos como *Norman Foster*, ganando el concurso de la torre de oficinas corporativas del *Commerzbank*, en Frankfurt, Alemania, con el manejo de un atrio interior del edificio (imagen derecha) y espacios jardinados intercalados con distintas orientaciones.

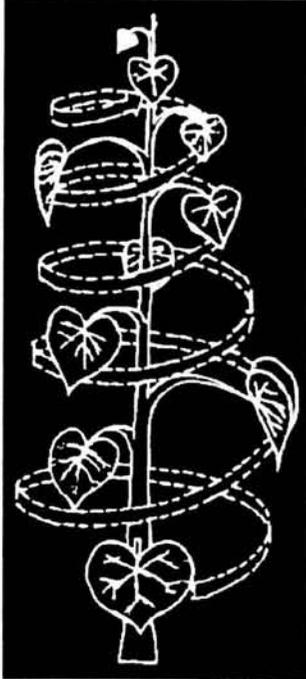


Croquis de Norman Foster del interior del Commerzbank, Frankfurt, Alemania

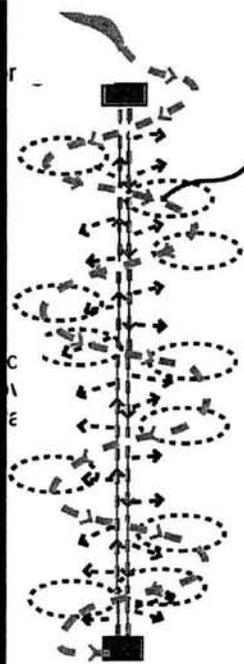
Así, encontramos una relación oportuna entre la obtención de confort y el enfriamiento evaporativo tras la investigación de material vegetal existente en cierta zona de influencia determinada por el diseñador, y su intención por reproducir la temperatura y humedad relativa cercanas a microclimas específicos. La humidificación del aire es realizada a través de albercas y/o jardines aéreos - *skycourts* -, o tanques elevados abiertos como parte de sistemas captadores de agua pluvial conectados a redes hidráulicas enductadas hacia cisternas de tormentas para su filtrado según un posible uso, ya sea para riego, equipos de aire con manejo de agua, muebles sanitarios, o directamente hacia los mantos freáticos. La gravedad es un agente activo de este proceso si dibujamos este *layout* como líneas verticales, inclinadas o helicoidales, análogicamente a la hidratación en el cuerpo de una planta.



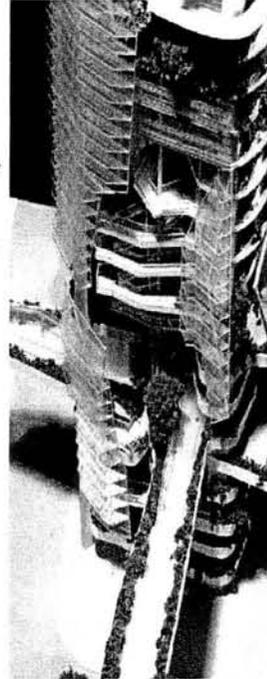
Concepto – Unidad



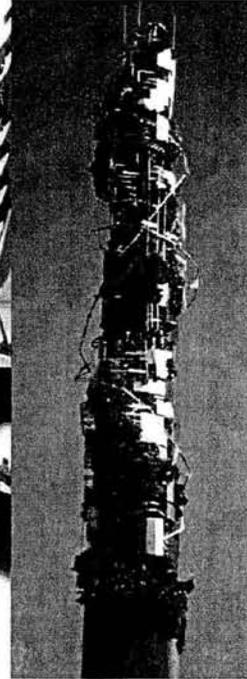
Sistema – Red



Forma - Unidad



Forma - Conjunto



Cronología conceptual del edificio como unidad a urbanismo vertical

La secuencia descrita en las imágenes promueve una parte de la planeación vertical, integradora de sistemas pasivos – orgánicos a sistemas activos, convirtiéndose en un o híbrido hacia patrones cada vez más humanos. Procesos naturales como la evaporación, ósmosis, capilaridad, oxidación, fermentación, fotosíntesis, entre otros, son resultado de la energía desprendida por el sol, y éstos a su vez intervienen en otros procesos, como es el caso del bióxido de carbono, que durante la fotosíntesis es consumido en la noche en presencia del aire, produciendo oxígeno y algunos carbohidratos. Esto representa otras analogías de funcionamiento integral de un artefacto que todavía no será capaz de abandonar una apariencia droide o robótica.

Por último, aunque no profundizaremos en este tópico, el concepto que completa la sustentabilidad se refiere a la regeneración, donde se establecen re-procesos en 4 categorías principales:

- a) Sobre energéticos ya transformados después de su consumo, como el caso de las líneas sanitarias de aguas negras y grises (jabonosas)
- b) A partir de recursos naturales que completan ciclos hidráulicos, eléctricos y gas, como es el aprovechamiento de la precipitación pluvial
- c) Por la distribución de desechos orgánicos e inorgánicos, éste último, dirigiéndose a contenedores para reciclaje
- d) Por el uso de materiales de construcción que permiten otra aplicación una vez que fueron removidos o desmontados.



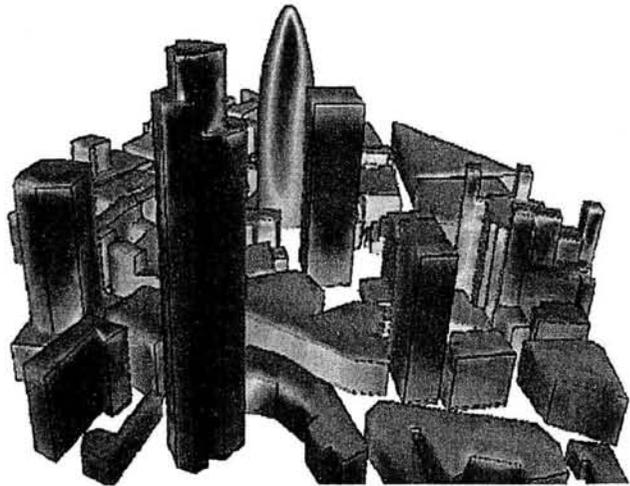
4.3 Sistema Captador

El Sistema Captador, como última pieza del **Dinamo**, es interpretada como el resultado de ahorro energético en combinación con el uso de fuentes alternas de energía, además del reciclaje de los elementos integrales.

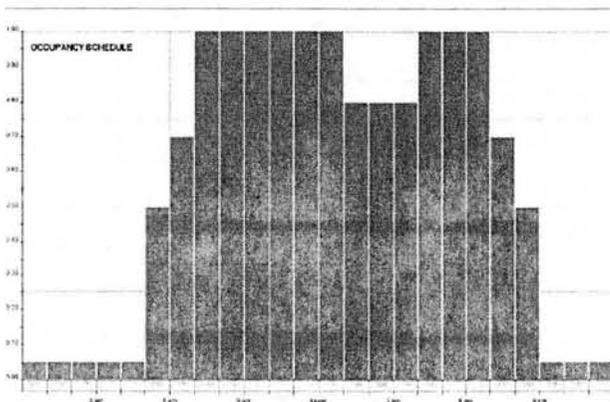
Como medio de comprobación matemática, son aplicados diversos programas de simulación a partir de la volumetría, aberturas, orientaciones y materiales del proyecto arquitectónico, destacando los siguientes estudios:

- Cálculo Térmico o Thermal Performance
- Ventilación Natural o Air Flow Analysis – Natural Ventilation
- Iluminación Natural o Daylight Análisis
- Consumo Energético- Energy Performance
- Estudio Comparativo o Building Reference

En principio, una simulación térmica urbana indica las presencia de "islas de calor" en el conjunto arquitectónico o de un extracto de la ciudad, debido principalmente a la concentración de actividades humanas y operación de servicios, infraestructura y equipamiento.

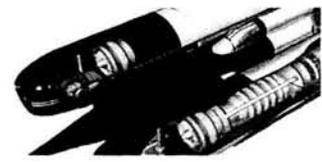


Mapa térmico urbano alrededor de la torre Swiss Re, Norman Foster



Gráfica sobre horario de ocupación

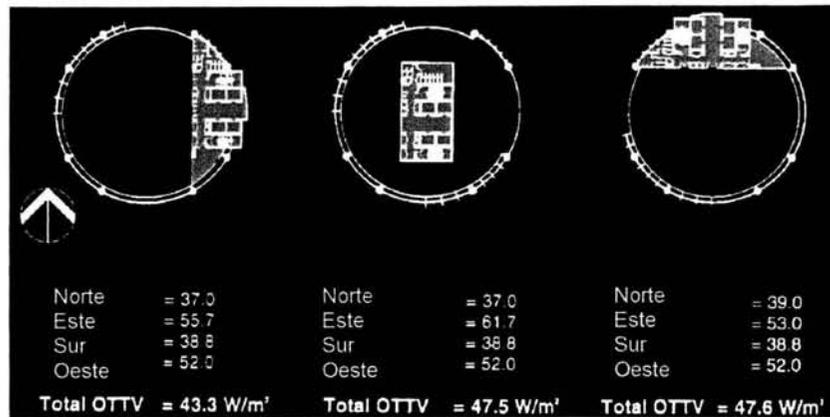
El parámetro para el cálculo térmico y anticipar la dimensión de los equipos de aire acondicionado (una vez demostrado que se requieren en combinación de sistemas pasivos), responde al análisis de condiciones extremas en horarios donde coincida la ocupación humana, prendido de luminarias y la operación de equipos. Esto es convertido a gráficas que relacionan horas día con el porcentaje de simultaneidad, reflejando así, los periodos específicos de los días críticos para diseño. Estos números varían considerablemente según la tipología, como es el caso de un hotel con horarios de gran consumo de energía y ganancias de calor cuando se concentra la llegada de los huéspedes a partir de las 19:00 hrs; en comparación, un edificio de oficinas registra horas de conflicto según actividades de rutina, como entrada y salida de empleados, o el horario de determinados procesos de producción.



Del conjunto pasamos a revisar las posibles configuraciones de la planta entre la superficie rentable y servicios (escrito en forma más general, entre locales servidos y sirvientes), estableciendo la calidad de iluminación natural, vista y ganancias de calor del exterior por la posición de dichos espacios. Al tratarse de una comparativa inicial, pueden ser considerados los mismos materiales en cada fachada. Con estos resultados observamos la eficiencia de cada partido reduciendo la dificultad por bajar o subir la temperatura interior, según sea el caso.

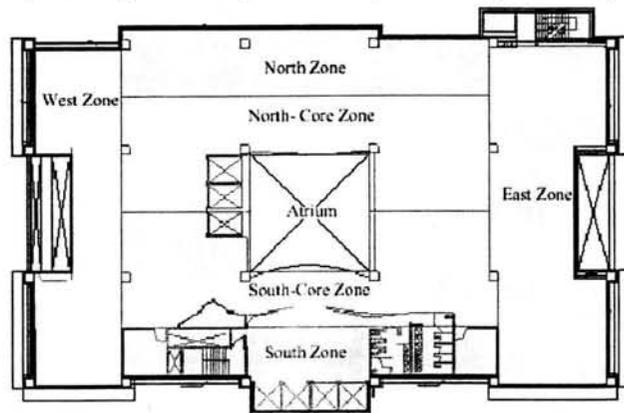
El estudio establecido como **Cálculo Térmico** ofrece una estimación numérica sobre la temperatura que se tendrá en el espacio interior una vez propuesta la orientación, sistemas de protección solar, aberturas y materiales (tanto constructivos como acabados), generando un plano de localización por locales, es decir, un mapa térmico.

Partiendo de la influencia directa del asoleamiento y la temperatura sol-aire, es dibujado un "cinturón" perimetral con 4 metros (aprox.) de fondo a partir del paño exterior de fachadas, buscando dividirlo en módulos de 4 x 4 como superficie promedio de una oficina tipo o cuarto-habitación.



Cálculo térmico preliminar desarrollado por Hamzah & Yeang

Al mismo tiempo, se dicta un valor a cada uno por colores según su intensidad o temperatura después de la sumatoria entre las ganancias de calor por el exterior e interiores durante los días críticos de diseño indicados desde la etapa del Inductor. Con esta herramienta pueden simularse distintos comportamientos del edificio al modificar materiales y/o sus espesores, además del re-dimensionamiento de aberturas para ventilación natural; algún otro cambio de mayor impacto (orientación o volumetría) no tendrá oportunidad de presentarse siempre que el diseñador haya seguido las instrucciones de armado de su propio **Dinamo**.

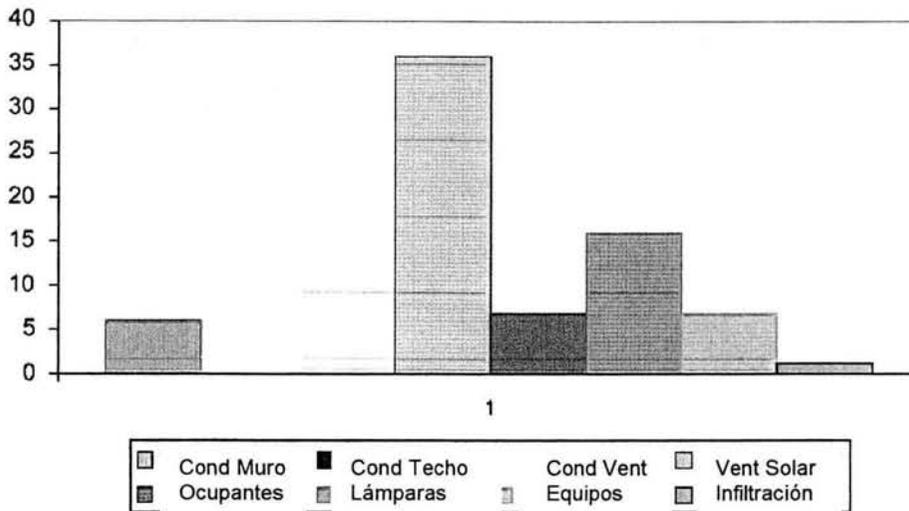


Mapa térmico Corporativo Insurgentes 553, Picciotto Arquitectos



Debe desarrollarse un mapa térmico en la planta tipo o cada vez que ésta modifique la distribución de locales, además de analizar por separado el comportamiento del primer nivel ubicado por encima de los estacionamientos al presentarse conducción de calor por la actividad de los automóviles. La

última planta, debajo de la cubierta de azotea, también incluye un aumento por su cercanía a la radiación directa. Considerando esta información, se genera un reporte térmico gráfico de componentes –como puede verse en la gráfica de la izquierda-, dividiéndolo en conducción por muros, ventanas y cubierta, absorción del infrarrojo en ventanas, infiltración, ocupantes, luminarias y equipos.



Gráfica sobre ganancias de calor por tipología, Ziggurat Architects

Es importante mencionar que durante este estudio se presenta la influencia de los sistemas de protección solar.

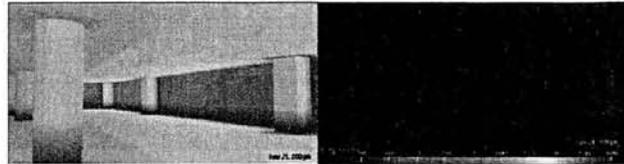
Habiendo terminado lo anterior, adelantamos el número de toneladas de refrigeración necesarias para obtener la temperatura y humedad deseadas, según lo especificado en la tipología de la edificación. Antes de realizar la comparativa con el edificio de referencia, existen porcentajes de aire acondicionado por metro cuadrado proporcionado por ASHRAE o empresas del ramo, dándonos una primera impresión sobre la eficiencia del diseño bioclimático presentado.

La ruta del aire en el interior, sugerida en la etapa del Inducido, es prácticamente re-establecida por el cálculo térmico, realizando líneas de dirección que crucen las zonas de concentración de calor, con efectos tales como el cambio de presiones al producir este diferencial de temperaturas. De esta forma, se integran la velocidad de entrada, recorrido y salida del viento, calculadas en el **Air Flow Analysis**. De existir un atrio, se aplicarán los criterios para extracción de humo en caso de incendio, apagándose los sistemas centrales de aire acondicionado.

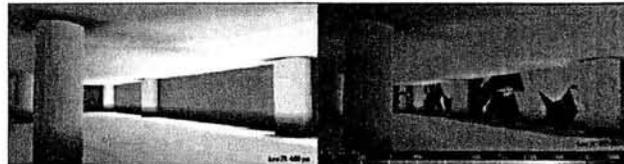
El estudio sobre iluminación natural o **Daylight Análisis-Light Distribution** se encarga de simular la penetración de luz en dos marcos de interpretación: monocromático y a color, siendo este último, el mas expresivo por manifestar la "invasión de brillo" por plafón y piso, además del reflejo por materiales como el cristal. Tras este resultado, se localiza en planta la coordenada del observador virtual y el ángulo de influencia, con la oportunidad de insertar la incidencia solar



y su correspondiente *parasol*, de tal forma que en la siguiente "corrida" se observa la presencia de franjas luminosas que pudieran librarse del sistema de protección solar, también llamadas *sunny patches*.



Para realizar la estimación de ahorro de energía, se contabiliza el consumo eléctrico de luminarias, extractores, ventiladores mecánicos, y equipos centrales e individuales de aire acondicionado, ya sea en watts o BTU's, según se requiera.



Simulación sobre iluminación natural, Ziggurat Architects

Estos resultados pueden compararse con un edificio llamado "de referencia", con una volumetría similar y envolvente desprotegida a las ganancias de calor por el exterior, posiblemente con fachadas tipo cortina de cristal reflectivo o claro, y bajo espesor. De esta forma, se proyecta la demanda energética mensual y anual bajo el precio del watt por hora en el país, con un claro margen de diferencia con el prototipo de comparación, además de promover la amortización de los sistemas tecnológicos aplicados para climatización natural.

Existirá una sensible variación en el ahorro pretendido de modificar alguno de los sistemas pasivos, en cualquiera de sus componentes, aunque en el orden adecuado, la obra construida podrá representar un ahorro de consumo eléctrico superior al **20 %**, sin que pueda precisar el límite alcanzable al depender de la escala del edificio, tipología y diseño.

4.3.1 Generación de energía

Como una última pieza del ensamblaje, aparece el tópico que completa el carácter sustentable de un concepto como el **dinamo** en virtud al compromiso por mencionar tecnologías que promueven la producción y ahorro energéticos. Concluyo con lo que pudiera significar una nueva raza de edificaciones que apuesta por la **bioclimática vertical** y su expresión tipológica en diferentes escenarios urbanos a partir de tecnologías que traducen lenguajes que proceden del Sol y el viento, entre otros elementos naturales. Un significativo ejemplo proviene del aprovechamiento de recursos naturales renovables, donde se reestablece la productividad de los viejos molinos de viento en íconos que modelan el viejo espíritu industrial europeo en vanguardistas hitos urbanos con creciente rentabilidad.

En la costa occidental de *Dinamarca*, dentro de la zona de *Horns Rev*, se producirán dos megavatios de electricidad por cada uno de los 80 aerogeneradores para alimentar 133,000 hogares, además de generar junto a una granja eólica marina, el 21% de la producción eléctrica total, el porcentaje más alto del mundo. Para subrayar la importancia de esta alternativa renovable de energía, ha declarado



Arthouros Zervos, Presidente de la Asociación Europea de Energía Eólica, que ha llegado a superar por casi dos veces la producción de energía nuclear anual.

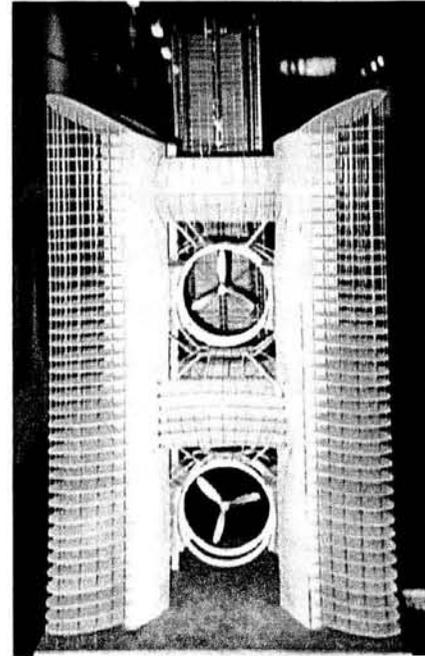
Otro país interesado por el manejo de esta tecnología ha sido *Alemania*, quien posee la base de turbinas eólicas más grande del mundo, con capacidad de 8,734 megavatios y un crecimiento del 45% en los últimos 3 años.

Al continuar con este análisis, se percibe el subsidio económico del gobierno alemán para garantizar los crecimientos presentados y compararse con los precios del mercado en su consumo convencional, donde un propietario de aeroturbinas o molinos recibe hasta 0.009 euros por kilovatio-hora, cuando el precio ordinario es de 0.002.

Jens-Peter Molly, Director Ejecutivo del Instituto Alemán de Energía Eólica, declara constantemente el éxito de este sistema por proteger la inversión y garantizar su multiplicado. Lo mismo ocurre en España que presenta un programa similar con subsidio a productores a largo plazo y precios fijos en el costo de producción eléctrica del mercado, traduciéndose a un crecimiento anual promedio del 59% en los últimos 3 años. Parte de estos avances provienen de la meta de la Unión Europea por producir el 22% de electricidad a partir de recursos renovables – energía hidráulica, eólica y biomasa – para el año 2010, además de referenciar los requisitos de control de polución del Protocolo de Kioto y reducir el 5.2% en gases de invernadero como el dióxido de carbono.

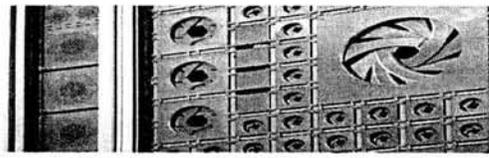


Aerogenerador



Prototipo experimental,
Universidad de Stuttgart, Alemania

Aunque parezca evidente la aparición de este tema en el presente trabajo, me adelanto a la siguiente pregunta por el lector: ¿cómo afecta o cuál será su aplicación directa en el diseño del **dinamo** bioclimático? La esperanza por integrar tecnologías sólo manejadas en grandes extensiones de tierra y satisfacer necesidades de una comunidad entera, se amplía con proyectos de investigación que nuevamente rompen con los viejos paradigmas arquitectónicos... esto es solo el principio.



Conclusiones

Un orden lógico de procedimientos, y éstos a su vez, con clara estructura en su desarrollo, establecen un marco de leyes universales entre origen – respuesta, causa – efecto, dirigiéndose a un valor agregado con nuevos precedentes para cualquier esquema metodológico: *consecuencia evolutiva*. Esta reflexión queda inscrita en la esencia perfectible de la técnica o eficiencia del elemento-dinamo como conclusión fehaciente de éste como extensión biológica de un ente artificial dispuesto a justificar su existencia, anticipando su impacto a mediano y largo plazo.

El puntual análisis identifica hipótesis concretas sobre nuevos estilos de vida al combinarse tecnologías interdisciplinarias, con el riesgo-oportunidad de re-plantear teorías o irrumpir los viejos paradigmas de cualquier oficio. Así, la sustentabilidad hace de la arquitectura una ciencia con sincero apego a los patrones de comportamiento de un organismo vivo contenido en una máquina que calibra su respuesta al entorno y ordena el acoplamiento de sus funciones internas, además de los beneficios que contagian la esperanza por un nuevo equilibrio.

Resulta evidente la coincidencia visionaria entre filósofos de la técnica, cronistas urbanos e investigadores sobre las oportunidades del diseño bioclimático como recurso ideal para la supervivencia de las ciudades, principalmente para aquéllas con recursos y economía limitados. Sin duda, un tema como **Bioclimática Vertical** despierta expectativas al acercarse a proyectos y edificaciones de escala ordinaria en ciudades como Buenos Aires, Santiago, Brasilia, Guadalajara, Monterrey, D.F., entre otras, con una creciente demanda por espacios rentables con beneficios tangibles entre calidad de vida y ahorro de energía. Estos dos elementos, en ese orden, expresan el nivel ideal de la obra terminada, logrado por el cuidadoso seguimiento del armado de su propio **Dinamo**, perfeccionado por la investigación, experiencia y sensibilidad de cada autor.

Al presentarse los instrumentos de comprobación, nos acercamos a la mayor rentabilidad del inmueble cuando se incorporan estos resultados a la “corrida financiera” con programas de inversión, amortización y utilidad comparados con tasas de interés bancarias. Con esta condición, se presenta la oportunidad por la reproducción casi instantánea de edificaciones que en su conjunto empezarán por revertir efectos relacionados con la contaminación ambiental y visual, además de resaltar la nueva mutación biológica de nuestros artefactos-vivienda.

Partiendo de una base de ahorro energético mencionada en este trabajo, hago notar que hemos trabajado sobre una parte del concepto sustentable, dejando abierta la incorporación de otros sistemas integrales, tales como el reciclaje de desechos, o la conversión solar para calentamiento de agua y electricidad. De cualquier modo, este primer paso representa la tentación a nuevas investigaciones por quienes siguen apostando por la actividad que tanto respeto: la **arquitectura**.



Yeang Kenneth
Bioclimatic Skycrapers
Artemis London Limited
Londres, Inglaterra, 1994.

Cofaigh O. Eoin, Olley John A.
Climatic Dwelling
European Commission
James & James (Science Publishers) Ltd.
Londres, Reino Unido, 1998

Morales Diego
Climatización de Edificios en Clima Cálido
División de Estudios de Posgrado Fac. Arquitectura,
U.N.A.M.
México, D.F. 1989

Estudio y Ejercicio de Proyección de Sombras
Maestría de Arquitectura en Tecnología - Arquitectura
Bioclimática
México, 1996

Pawley Martin
Future Systems The Story of Tomorrow
Phaidon Press Limited
Singapur, 1993

**Guía para Aplicar Criterios de Eficiencia Térmica en
Construcciones para Uso Habitacional**
FIDE. México, 1996

Behling Sophia
GLASS Structure and Technology in Architecture
Editorial Prestel
Alemania, 1999

Wines James
Green Architecture
Edit. Taschen
Italia, 2000

Compagno Andrea
Intelligente Glasfassadem
Birkhauser Verlag
Alemania, 1995

Rodríguez Manuel, Figueroa Aníbal, Fuentes F. Victor
Introducción a la Arquitectura Bioclimática
Editorial Limusa
México, D.F., 2001

Ormsbee John
**Landscape Architecture, A Manual Site Planning
and Design**
Halliday Lithograph
E.U.A. 1983

Hannebaum Leroy
Landscape Design
Reston Publishing Company Inc.
Virginia, E.U.A. 1981

On Foster ... Foster On
Foster and Partners y Prestel Verlag
Munich, Alemania, 2000

Yeang Kenneth
Proyectar con la Naturaleza
Editorial Gustavo Gili
2001

Proyectos de Ahorro de Energía
FIDE, México, 1996

Herzog Thomas
Solar Energy in Architecture and Urban Planning
Read Group
Berlin, Alemania, 1996

Behling Sophia
Sol Power, The Evolution of Solar Architecture
Read Group
Munich, Alemania, 1996

REVISTAS Y PUBLICACIONES

Architectural Record, The New Workplace

McGraw-Hill
N.Y., E.U.A. Junio 1992

Architectural Record

McGraw-Hill
N.Y. E.U.A., enero de 1998.

Arquitectura Viva

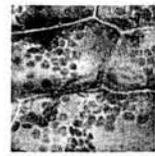
Editor: Publisher
España, Anuario de 1997

Arquitectura Viva

Editor: Publisher.
España, Anuario de 1998.

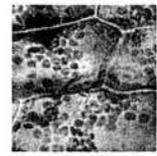
World Architecture

The Independent Magazine of the International
Academy of Architecture
No. 36, E.U.A.



Glosario

<i>ACH</i>	Siglas de "air changes per hour": valor considerado en aire acondicionado para establecer el número de cambios de aire por hora.
<i>Air flow</i>	Circulación o movimiento continuo de aire.
<i>Air flow Parameters</i>	Variables que intervienen para identificar la corriente de aire mediante un valor numérico
<i>ASHRAE</i>	Institución norteamericana dedicada al manejo de los valores de confort, calefacción, aire acondicionado y refrigeración: American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.
<i>Bioclimatic Skyscrapers</i>	Rascacielos bioclimático.
<i>Cfm</i>	Cubic – feet – per minute = pie cúbico por minuto. Flujo volumétrico de aire en un tiempo determinado (1 minuto).
<i>Dinamo</i>	Máquina destinada a transformar la energía mecánica en energía eléctrica por inducción electromagnética, debida a la rotación de cuerpos inductores en un campo magnético.
<i>Energy Performance</i>	Estudio matemático y de simulación enfocado al cálculo de consumo energético de una edificación.
<i>Entalpía</i>	Calor total. Cantidad de calor que contiene el aire (BTU / hr)
<i>Fluid dynamic</i>	Sustancia cuyas moléculas se mueven libremente unas sobre otras y en actividad constante. Conocimiento y valoración de la variación del clima natural.
<i>Green Building</i>	Concepto desarrollado por el despacho inglés Future Systems para un prototipo de edificación sustentable.
<i>Homeostasis</i>	Conjunto de fenómenos de autorregulación que conducen al mantenimiento de la constancia en la composición y propiedades del medio interno de un organismo. Capacidad del cuerpo humano para regular su temperatura de acuerdo a las condiciones externas.



<i>Praxis</i>	Conocimiento que proviene de la práctica.
<i>PVB</i>	Polivinil Butiral, utilizado en el sistema del cristal laminado.
<i>Reichstag</i>	Edificio del Parlamento Alemán.
<i>Skycourts</i>	Espacios abiertos de una edificación (a partir del primer piso a la cubierta de azotea) destinados a la creación de microclimas combinando su orientación con la presencia de material vegetal y/o estanques de agua, así como de los materiales de construcción.
<i>Sunshine louvers</i>	Sistema de tablillas ordenadas de forma equidistante – persiana – que cubren la entrada de los rayos solares.