



SISTEMAS EN FACHADAS
Hacia la Bioclimática Vertical en la Ciudad de México

GLORIA ANGELICA VARGAS PALMA

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

Ciudad Universitaria
México
MMVIII



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.



SISTEMAS EN FACHADAS
Hacia la Bioclimática Vertical en la Ciudad de México

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN
ARQUITECTURA PRESENTA:**

GLORIA ANGELICA VARGAS PALMA

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

**Ciudad Universitaria
México
MMVIII**



JURADO

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Jesús Aguirre Cárdenas

SINODALES: M. en Arq. Francisco Reyna Gómez
M. en Arq. Jorge Rangel Dávalos
M. en Arq. Ernesto Ocampo Ruiz
Dra. Ana Dolores Flores Sandoval

AGRADECIMIENTOS

“Gracias por los sueños y el espíritu para hacerlos realidad“

Gracias a todas las empresas que me brindaron información y apoyo para la documentación de esta tesis: ALHEL – Integra Diseño y Construcción– CYVSA – DYPRO - Vidrios Marte — Edmonds International - ALUVISA - HOK - GUARDIAN -

Por la confianza, orientación y apoyo durante el proceso de esta investigación: Héctor Flores Palma – Adolfo Jiménez – Sergio Armella – Jean Michel Colonnier – Fernando Hernández – Michael Edmonds – John Grimshaw - Israel Montes – Marco Antonio Marín –

A la UNAM por los recursos brindados en la maestría - Dr. Jesús Aguirre Cárdenas – Mtro.Francisco Reyna Gómez - Mtro.Jorge Rangel Dávalos – Mtro. Ernesto Ocampo Ruiz – Dra. Ana Dolores Flores Sandoval – Dr. Agustín Mulhia – Dr. Álvaro Sánchez - con cariño en memoria del Dr. Enrique Sanabria Atilano –

A mi familia: Vane – Gus –Vic– Gaby – Román – Gabe – Lore - Vero –Tere - Gabriel

INDICE TEMATICO	
Introducción.....	1
Envolvente arquitectónica.....	5
Los sistemas de una Fachada.....	13
Aportación Internacional.....	43
Las Fachadas en México.....	65
Simulaciones.....	100
Conclusiones.....	126
Bibliografía.....	131
Anexos.....	136

INDICE CAPITULAR

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPITULO I

1 Envoltente arquitectónica

1.1 La envoltente como un sistema.....	5
1.2 Antecedentes y evolución de la envoltente.....	7
1.3 Evolución de la envoltente en el ahorro de energía.....	9
1.4 La envoltente vertical.....	12

CAPITULO II

2 Los sistemas de una Fachada

2.1 La fachada y el sistema del ser humano.....	13
2.2 Los sistemas naturales y la envoltente.....	15
2.3 La envoltente y el sistema de aire acondicionado, calefacción y ventilación.....	19
2.4 Sistemas constructivos en la fachada.....	23
2.5 Sistemas de control inteligente en la envoltente.....	27
2.6 Sistemas pasivos de climatización en fachada.....	29
2.7 Materiales integrados al sistema de la envoltente.....	33
2.8 La quinta fachada.....	40

CAPITULO III

3 Aportación Internacional

3.1 Norman Foster.....	43
3.2 Oficinas centrales GSW.....	46
3.3 Ken Yeang.....	48
3.4 Renzo Piano.....	51
3.5 Cede central de Durr System.....	55
3.6 Cesar Pelli.....	56
3.7 Edificio RWE.....	58
3.8 LEED Leadership in Energy and Environmental Design.....	59

CAPITULO IV

4 Las Fachadas en México

4.1 Visión Arquitectónica.....	66
4.2 Visión de la Ingeniería en Fachadas.....	74
4.3 Visión de la ingeniería en aire acondicionado.....	77
4.4 Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Viento	79
4.5 El papel del vidrio y aluminio en las fachadas en México.....	83
4.6 Análisis energético en edificios de oficinas en la ciudad de México.....	88
4.7 Clima en la ciudad de México.....	91

CAPITULO V

5 Simulaciones

5.1 Análisis de edificio de oficinas con envolvente cuadrada.....	101
5.2 Análisis de edificio de oficinas con envolvente rectangular.....	111
5.3 Análisis de edificio de oficinas con envolvente circular.....	120

Conclusiones.....	126
--------------------------	------------

Bibliografía.....	131
--------------------------	------------

Anexos.....	136
--------------------	------------



INTRODUCCION



La industria de la construcción tiene un impacto significativo en el medio ambiente al representar más del 40% de las emisiones de dióxido de carbono y 70% de la contaminación mundial ya que requieren de una explotación de recursos naturales, demanda energética para el desarrollo de proyectos y procesos de producción que generan emisiones contaminantes y daños al planeta. El medio ambiente está siendo controlado por una serie de sistemas artificiales, y la arquitectura se ha convertido en un sistema depredador de la naturaleza que impacta directamente la calidad de vida del ser humano.

Tan solo en los Estados Unidos los edificios comerciales, institucionales y residenciales requieren aproximadamente 40% del consumo de materiales vírgenes, 30% de consumo de energía primaria, 60% de consumo de electricidad, 12% del consumo de agua potable, generan 136 millones de toneladas de escombros y material de demolición anual, que representa el 40% del total de los desechos anuales de la población, genera 35% de las emisiones de dióxido de carbono.

Los edificios durante toda su vida útil están generando contaminación e impactos ambientales ya que requieren de energía, agua potable, recursos naturales, combustibles y materiales. Por otro lado generan desechos durante el proceso de construcción, disminuye áreas permeables y aumenta el efecto isla de calor, requiere para su mantenimiento del consumo de productos y materiales, daña los ciclos y sistemas biológicos del planeta, se incrementan las necesidades de infraestructura que a su vez generan más contaminantes.



sistemas en fachadas

Las prácticas bioclimáticas en el diseño arquitectónico pueden reducir los impactos negativos al ambiente y mejorar los procesos de construcción, producción, transporte, explotación de recursos, ventas y mantenimiento. Es una necesidad inmediata integrar la arquitectura a la naturaleza sin afectar los sistemas físicos, químicos y biológicos del sitio, construir para el futuro, no solo en términos de durabilidad del edificio, también del planeta y sus recursos.

Como respuestas ante el tema de reducir el impacto ambiental dentro de la industria de la construcción han surgido diferentes organizaciones verdes en el mundo, destacando el USGBC US Green Building Council con el sistema LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) y por otro lado BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) para Europa, estos sistemas tienen como objetivo medir el comportamiento o impacto ambiental de un edificio considerando temas de prioridad como: el ahorro de energía, protección del suelo, ahorro de agua, control y cuidado de los recursos materiales y mejorar la calidad del aire en los edificios que habitamos.

La arquitectura vertical se está convirtiendo en una de las principales aportaciones para reducir el daño al suelo ya que disminuye el impacto a grandes extensiones de tierra; al ser edificios de grandes dimensiones justifican la integración de criterios bioclimáticos y estrategias de ahorro de energía que favorecen a un mayor número de usuarios y reduce costos de inversión durante su operación y mantenimiento.

La tipología vertical se seguirá desarrollando en el futuro, sin embargo edificios con esta característica requieren del desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones en los sistemas que lo componen como estructura, materiales, sistemas constructivos, sistemas eléctricos, hidráulicos, sanitarios, aire acondicionado, calefacción, ventilación, refrigerantes, fachadas y sistemas especiales.



Fusionopolis in Singapore, Ken Yeang

La envolvente representa un significativo impacto en la eficiencia energética y calidad de aire interior de un edificio; el diseño de la misma involucra la cantidad de energía que se requiere durante su operación, también el impacto asociado con su ciclo de vida y por los elementos que la componen.

La fachada como sistema es un mecanismo de múltiples elementos que contribuyen a una misma acción, a este sistema se puede integrar una adecuada selección de materiales, estrategias pasivas de climatización, iluminación natural, calefacción, extracción, ventilación y aire acondicionado.



sistemas en fachadas

Es importante conocer la interacción entre sistemas compatible con la envolvente; es decir que algunos elementos afectan a otros de manera positiva o negativa, cuando lo ideal es plantear un solo sistema que represente un importante ahorro de energía.

Aproximadamente el cincuenta por ciento de la energía que requiere un edificio es utilizado para crear ambientes artificiales de confort en los espacios interiores, que requieren la implementación de sistemas relacionados con aire acondicionado, calefacción, ventilación e iluminación. El diseño de fachada integra un trabajo multidisciplinario, que requiere de la interacción de arquitectos con diferentes campos de conocimiento, ciencias ambientales e ingenierías.

El primer factor importante que afecta el diseño de la envolvente es el clima, humedad, temperatura, ubicación definen las estrategias a implementar para cada clima específico; el segundo factor que se relaciona con el diseño de fachada es lo que ocurre dentro del edificio es decir su uso, actividades, equipo, horarios de trabajo, sistemas instalados entre otros.

En ciudades como México que cuenta con una gran población, es urgente la implementación práctica de los criterios bioclimático y de sustentabilidad en la industria de la construcción, ya que cada vez hay más demanda de espacios habitables, energía y materiales; y una mala administración de los mismos agota nuestros recursos y genera contaminación.

Santa Fe se ha convertido en uno de los centros de negocios más importantes la ciudad de México; y la arquitectura vertical se ha desarrollado con mayor impacto, edificios de oficinas y departamento se caracterizan por el uso de vidrio en un gran porcentaje de su envolvente.

Santa Fe representa una zona de análisis importante para estudiar los criterios considerados en el diseño de estos edificios, las normas, tecnología, materiales y criterios ecológicos considerados en las envolventes de esta arquitectura. ¿Quién diseña estos edificios?, ¿Qué criterios de diseño se utilizaron en la fachada?, ¿Se implementaron criterios bioclimáticos en las envolventes?, ¿Qué normas rigen el diseño y funcionamiento de la fachada?, ¿Tiene una aportación la fachada para el ahorro de energía?; una vez contestadas estas preguntas será mas fácil plantear una propuesta factible para mejorar el sistema de fachada encaminado al ahorro de energía en la ciudad de México.



Foto: Vista de edificios en Santa Fe México DF.

La tesis se enfoca a edificios verticales de uso de oficinas y se presenta un análisis de la fachada como un sistema en la arquitectura vertical, analizando sus componentes, funcionamiento, conexiones positivas y desfavorables con otros sistemas, reacción con el contexto exterior e interior; todo lo anterior con el fin de detectar criterios que ayuden a arquitectos, constructores e inversionistas a plantear soluciones y tomar decisiones desde el proceso de diseño que ayude a una estrategia de ahorro de energía en la ciudad de México.



sistemas en fachadas

La investigación siguió un proceso sistémico que permitió examinar cada una de los elementos y “subsistemas” que la integran, la modifican o son afectadas por la misma como son: el sistema humano, materiales, aire acondicionado, iluminación, sistema constructivo, el proceso de diseño, normatividad y sistemas naturales entre otros; los que permiten entender a detalle los aspectos que afectaran o mejoran el desempeño energético de la fachada y así dirigir a cada uno de los estos componentes al ahorro de energía.

En cada sistema documentado se integra información obtenida de las principales empresas y despachos líderes en la práctica bioclimática en México, o que han participado en alguna etapa del diseño, cálculo y construcción de fachadas en edificios de oficinas. Este planteamiento dirigió la investigación a Santa Fe y a edificios como HSBC en Reforma y Torre Insurgentes en México DF. El diagnóstico logrado de una serie de contactos con despachos, entrevistas y visitas a plantas refleja alcances de nuestra tecnología.

El principal sistema dependiente de la fachada y que a su vez afecta el comportamiento energético del edificio es el aire acondicionado, por esta razón se forma un capítulo en el que se hace la simulación de un edificio de oficinas ubicado en Santa Fe, al cual se alteran diferentes variables como forma, orientación, características de las envolventes; esto con el fin de adquirir datos que reflejen el comportamiento del edificio ante estas variables de diseño y que finalmente ayudaran a definir estrategias específicas en torno a la envolvente.

Las simulaciones se realizan con el programa HAP (Hourly Analysis Program) desarrollado por Carrier ; este software recomendado por LEED utiliza un método de transferencia de calor avalado por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerant and Air Conditioning Engineers). Se comparan los resultados expresados en gráficas que permiten estudiar datos medibles.

Por otro lado igualmente se describe la conexión que tiene la envolvente con los créditos de LEED Core&Shell versión 2.0 y con créditos que enlazan otros sistemas compatibles con la fachada.

Los principales objetivos de la presente investigación son:

- Analizar a la fachada como un sistema, estudiando cada uno de los mecanismos que la componen, proceso y criterios de diseño, ingenierías asociadas, conexión con su contexto, sistemas constructivos, normas, materiales, estructura, correlación con otros sistemas del edificio y el papel en el balance térmico de un edificio.
- Realizar un diagnóstico de los sistemas de fachadas en la ciudad de México, específicamente en edificios verticales destinados a uso de oficinas, con envolvente de vidrio y con tendencia bioclimática, analizando la etapa de diseño y construcción.
- Conocer el proceso de cálculo de un balance térmico de un edificio y su estrecha relación con el sistema de fachada, trabajando con especialistas en el tema.
- Conocer los criterios que establecen las normas nacionales e internacionales que aplican en México relacionadas con la envolvente y el ahorro de energía como CONAE, NOM008ENER, ASHRAE y LEED Core and Shell v .2.0 .
- Desarrollar simulaciones que admitan alterar diferentes variables de la envolvente y medir o calificar el desempeño de la fachada enfocado al ahorro de energía.
- Ofrecer una herramienta final del sistema de fachada donde se consulten recomendaciones y criterios de diseño que ayuden a la implementación de estrategias para el ahorro de energía.

La fachada bioclimática es un elemento importante de sustentabilidad de los edificios, en un presente y futuro donde es inevitable la búsqueda de recursos renovables, ya no es una envolvente estática e inerte, sino una conexión dinámica con el medio ambiente para ser explotada, diseñada y equipada para tomar ventajas de las nuevas tecnologías y a favor de la naturaleza.



CAPITULO I

1. ENVOLVENTE ARQUITECTONICA

La inventiva del hombre le ha permitido desafiar los rigores ambientales utilizando el fuego para calentarse y pieles para cubrirse, cuando se sustituyo el ingenio por la adaptación física, el refugio se convirtió en la defensa más elaborada contra climas hostiles.

La envolvente arquitectónica es el medio de transición entre el interior y exterior, pertenece al edificio, pero también al espacio urbano, es protección contra la intemperie y funciona como delimitante de un espacio privado, además de proyecta cultura y estética y definen el aspecto de una ciudad.



Commerzbank Headquarters de Norman Foster

La envolvente como un sistema

“La envolvente arquitectónica es un sistema complejo que debería trabajar como la piel humana, no solo multifuncional, si no también con la complejidad orgánica de nuestra piel, la envolvente es ¿interior o exterior? o ¿ambas?; elemento en evolución de nuevas formas, soluciones y sistemas.”¹

La fachada es un elemento que realiza la función de envolver el espacio habitable, su diseño y construcción forma un potente controlador del medio ambiente interior en términos de luz, calor, sonido, ventilación y calidad del aire, funciona con la habilidad para responder a los cambios de su medio ambiente en contexto, reduciendo el consumo de energía; también desempeña la tarea de protección contra las inclemencias del tiempo, regula el confort interior, permite la entrada de luz natural al espacio, contacto visual con el exterior, punto de intersección del interior con el exterior.

Un sistema es un conjunto ordenado de elementos organizados que contribuyen a un mismo objetivo, un conjunto de mecanismos que contribuyen a una misma acción.

La fachada como sistema bioclimático es un conjunto de elementos físicos diseñados bajo criterios arquitectónicos formales y funcionales, fusionados con ingenierías e instalaciones que se integran a la envolvente para control climático y ahorro de energía.

Los elementos que la integran pueden ser dependientes o independientes entre si, pero trabajan en conjunto hacia un mismo objetivo, crear una envolvente multifuncional, flexible, regulable, dinámica que reacciona ante el cambio permanente de las condiciones climáticas y las exigencias interiores.

¹ Simposium , “La complejidad de la envolvente”, Arq. José Luis Álvarez, UNAM, Mayo 2006.



sistemas en fachadas

El estudio independiente de cada elemento y después como parte del sistema en fachada tiene como objetivo reducir el consumo energético y mejorar las condiciones de confort del usuario, por medio del manejo de un sin número de variables; temperatura, humedad, iluminación, ventilación, sensaciones, aspectos psíquicos, colores, etc., se trata de una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, enfocada a disminuir el consumo energético y con él, la contaminación ambiental.

La arquitectura Bioclimática tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort térmico interior el diseño y los elementos arquitectónicos no se diseñan basados en un sistema mecánico, donde estos funcionan solo como sistemas de apoyo.² Se reduce el consumo de energía durante su operación, reduce costos de mantenimiento y operación, mayor productividad en los usuarios por medio de un ambiente saludable, reduce costos de operación, efectos positivos al entorno, mayor dependencia energética, reduce costos de infraestructura.

Análisis:

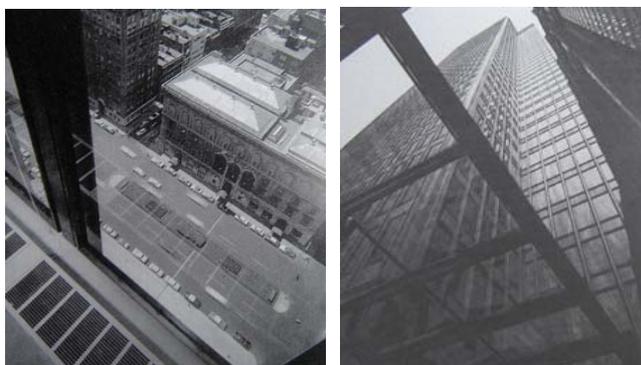
La envolvente con otros elementos del edificio funcionan como un gran sistema en el que unos afectan a otros y en el que ciertas estrategias en conjunto generan mejoras importantes en la operación y ahorro de energía del mismo. Para plantear una estrategia es importante conocer el funcionamiento de cada uno de los mecanismos del edificio, así como que estrategias de diseño pueden afectar a otras.

Los elementos principales que se relacionan con la fachada son el sistema de aire acondicionado, iluminación, sistema constructivo, sistemas naturales, elementos en fachada, materiales y sistemas de captación de agua.

² <http://www.sustainableabc.com/>



1.2 Antecedentes y evolución de la envolvente



Second Leiter Building
Jenney & Mundie, Chicago 1891

En 1914 el vidrio en la arquitectura fue el material central en el diseño arquitectónico que transformo la forma de pensar, este impacto fue acelerado con la arquitectura de Mies Vander Rohe. Las técnicas para fabricación del vidrio se desarrollaron con fuerza después de la primera guerra mundial, la compañía de autos Ford con la necesidad de una producción en serie para uso automotriz mejoró los procesos de fabricación, después en Inglaterra en 1923 se siguió desarrollando la técnica de Ford enfocándose al uso arquitectónico, pero fue hasta 1938 que Pilkington desarrolló la técnica para fabricar hojas de vidrio para uso en la construcción.³

El sistema de muro cortina en fachadas fue la más importante forma de construcción y ha evolucionado a través del tiempo hasta llegar a ser una piel muy delgada que separa el espacio interior de los factores externos; también ha sufrido una serie de cambios y una importante evolución.

El muro cortina es un cerramiento ligero compuesto donde predominan materiales como el vidrio y aluminio, anclado o colgado a la estructura del edificio; es un sistema con una retícula autoportante que esta vinculado a la estructura, es capaz de soportar su propio peso, los efectos del viento y cargas interiores, las cargas del viento y su peso son transmitidos a la estructura por medio de los anclajes; este sistema se desarrolló rápidamente y está muy presente en la arquitectura contemporánea, es un elemento en el que se puede experimentar y evolucionar, tanto como se quiera, con diseño de propuestas tan amplias como la misma arquitectura.

Este sistema de muro cortina se origina en el siglo XIX con la arquitectura de hierro, donde destaca la construcción de invernaderos, estaciones de ferrocarril y mercados; un ejemplo representativo del inicio del uso de un sistema de vidrio es el "Cristal Palace" de Londres, construido en 1851.

Por otro lado después del incendio de 1871 en Chicago, se requirió el desarrollo de nuevos sistemas de construcción rápidos y ligeros. El primer edificio construido con pilares de fundición y cerramientos de fachada no portantes fue el Second Leiter Building en Chicago de Jenney & Mundie en 1891.⁴

³ Glass in Architecture, Michael Wigginton, Londres 1996.

⁴ Tectonica 16, *Muro Cortina*, ATC Ediciones S.L. Diciembre 2003



sistemas en fachadas

Para los años cincuentas, cuando la arquitectura diseña edificios de altura “rascacielos” el muro cortina toma una gran fuerza y el desarrollo de la tecnología y los sistemas en fachada son muy ingeniosos, edificios que representan esta época son: Equitable Saving Bank de Portland 1942, la Lever House en Nueva York 1952, el edificio Seagram de Miess Van der Rohe y Philip Johnson en Nueva York 1958, estos se caracterizan por el uso de sistemas de montante y travesaño, con aire acondicionado, cristales tintados, etc.

Por 1958 no se considera muy importante el análisis de la orientación, el clima y el medio que rodea al edificio ya que en esta época los gastos de energía no representaban ningún problema. Esta nueva arquitectura se extendió por todo el mundo con un auge importante en Nueva York, la fachada incluso involucro conocimientos de ingenierías como la automotriz y aeronáutica.

Para los años sesentas la fachada se produce en serie, basado en un sistema de acoplamiento entre perfiles para rigidizar, ensamblar y escuadrar, integrando canales de drenaje, gomas y otros accesorios en el sistema, sin embargo no hay muchas variantes, por lo que se introducen los pre-montajes con la idea de ganar velocidad en la colocación, esto se logra trabajando las piezas en taller e integrando los anclajes a las piezas.

Destacan los proyectos de J. Prouve con tecnologías prefabricadas en fachadas, algunos ejemplos son el Edificio de la Plaza Mozart, Paris 1953 que es una fachada polivalente y variable en función de distintas necesidades como visión, ventilación o protección solar, la casa del pueblo 1939 fue uno de los primeros edificios con paneles de cerramiento con los acristalamientos integrados con los sistemas independientes a la estructura se crearon cubiertas y grandes vestíbulos en los edificios.



Izquierda: Diseño de panel para fachada concurso para escuela de prefabricados, derecha: Edificio de la Plaza Mozart, Paris 1953.- Fachada polivalente y variable en función de distintas necesidades como visión, ventilación o protección solar.

Análisis:

A la envolvente se han integrado elementos que han formado parte de su evolución, incluso se integran a ella elementos que tenían otro propósito, las aportaciones importantes han sido la fabricación en serie, elementos diseñados para la industria automotriz y los aeronáutica que se integran a la fachada como el vidrio doble, volados y aletas, el uso del acero y aluminio con estructuras ligeras auto soportante hacen posible el sistema prefabricado.



1.3 Evolución de la envolvente en el ahorro de energía.



Debis Building, High Office Building, Berlin Alemania
Arq. Renzo Piano 1996

En los años setentas la energía es un tema importante, el control solar y la relación con elementos del sistema de fachada originan las nuevas tendencias que integran elementos y materiales para el control solar y ahorro de energía. Se inicia una tendencia a las variaciones de los elementos verticales y horizontales de la fachada como muros parasol, elementos fijos, escalonados y orientables, integrando también vidrios especiales, los cuales tienen un desarrollo importante en los laminados, templados y de baja emisividad, con esto se logra más transparencia y más nivel de iluminación natural.

A finales de los ochentas se desarrollan nuevos sistemas de fijación para el vidrio por medio de sistemas de botones y arañas, también se logra el ensamble de grandes módulos prefabricados.

En Europa donde el precio de la energía fue cada vez más alto, lo que causó que el gobierno impulsara a los arquitectos, Ingenieros y constructores a desarrollar estrategias de diseño que permitieran iluminación natural, ventilación y dependencia energética.

Arquitectos ingleses como Alexander Pike, Richard Roger y Norman Foster respondieron a esta necesidad de eficiencia energética y lumínica, incorporando así sistemas pasivos de climatización a sus edificios. Una arquitectura fuertemente determinada por las nuevas tecnologías se percibe a finales de los ochentas y principios de los noventas con el desarrollo del "High Tech" Británico por ejemplo el centro de arte G. Pompidou de Richard Rogers y Renzo Piano en 1977, la Loyds de Londres y la obra de Norman Foster que marca una nueva arquitectura.⁵

El concepto de una fachada con características variables fue sugerido por Michael Davies en 1981, asegurando que un diseño bioclimático de fachada conduce a la envolvente a funcionar como un controlador activo de los cambios que ocurren entre el medio ambiente exterior y el ambiente interior, con la habilidad de proveer de confort que se ajuste automáticamente, el concepto de membrana flexible, dinámica que responde, controla y actúa por medio de sensores y sistemas constructivos.

El lograr el ahorro de energía en la arquitectura vertical permitiendo el control individual de temperatura y ventilación a través de la fachada y redujo así el uso de sistemas de aire acondicionado y el consumo eléctrico; entonces cambia la imagen de los rascacielos, y se crean edificios con jardines colgantes y espaciosos puntos de comunicación con el exterior.

⁵ Big and green, Toward sustainable architecture in the 21st century, David Gissen, Ed. Architectural Press. 2003



sistemas en fachadas

Para 1990 una nueva topología de edificio con estas características fueron seguidas y desarrolladas en Europa, respondiendo con flexibilidad en el diseño de sus plantas a las necesidades de renta de edificios y a las exigencias de clientes y propietarios.

En esta época Ken Yeang aseguro que los sistemas de ahorro de energía cada día son más justificables económicamente y mejoran sus rendimientos así que constituyen una aportación positiva en esa dirección por lo tanto hay que fomentar su uso.⁶



Ken Yeang

En 1990 arquitectos europeos y americanos se interesaron fuertemente en la corriente del desarrollo sustentable, este desarrollo fue definido por las naciones unidas como “World comisión on Enviroment and Development en 1987”, pero estos criterios no cubrieron todas las necesidades que un edificio requiere en función de considerarse sustentable. En 1993 el USGBC United Status Green Building Council desarrolla un sistema de evaluación de edificios sustentables llamado LEED (Leadership in Energy and Enviromental Design); mientras que en Inglaterra se crea BREEAM (Building Research Establishment Enviromental Assesment Method), ambos tienen el objetivo de evaluar el impacto ambiental que provoca un edificio.

El diseño de la piel de un edificio influye de forma determinante sobre el bienestar de sus habitantes y la eficiencia energética del conjunto; así mismo es importante visualizar y percibir los alcances, soluciones y propuestas que se pueden implementar en una fachada de esta escala para dar un nuevo significado y valor ecológico a nuestra arquitectura moderna. Hay que llevar lejos los alcances del proyecto, provocar reflexiones a una arquitectura que aprovecha y vive en armonía con su entorno, pensar y diseñar a futuro dando soluciones a problemas que tarde o temprano nos toca resolver para beneficio de la humanidad.

El desarrollo de ventanas, fachadas y acristalamientos presenta todas las características de una historia de alta tecnología que ha pasado casi desapercibida por la gran mayoría; en un espacio extraordinariamente restringido se combinan requerimientos como protección térmica y solar, difusión de la luz y seguridad. Las nuevas tecnologías hacen de las fachadas elementos constructivos inteligentes que pueden reaccionar, por sí solos o de forma controlada, a las influencias ambientales, de esta forma se incrementa notablemente el confort, la transmisión de los datos ambientales, como velocidades del viento o radiación solar permiten un control eficaz de los elementos de sombra y apertura”.⁷

⁶ El rascacielos Ecológico. Ken Yeang.

⁷ Window Systems for High Performance Buildings, Carmondy Selkowitz Lee Ed. Norton 2004



sistemas en fachadas

La energía que se consume en la industria de la construcción es del 17% de 1990 a 2000 para 2010 a 2020 será del 37% a nivel planeta, la industria y el transporte están controladas y su línea de crecimiento es paralela y no crece más; mientras que la arquitectura tiene una tendencia a aumentar en la grafica mundial, México e Inglaterra están en el mismo rango de gastos de energía, sin embargo Inglaterra esta implementando estrategias para controlarlo, así que a futuro México rebasará a Inglaterra por mucho ya que Inglaterra tendrá mejor controlado sus gastos de energía.

Se estima que la instalación de fotovoltaicos adecuadamente en fachadas, muros y techos puede generar arriba del 25% de la demanda total de una ciudad y que para el 2010 un 50% de edificios el mundo estarán integrando fotovoltaicos en fachadas, el mayor porcentaje en Europa.⁸

En la arquitectura moderna las fachadas pueden ser multi funcionales, capaces de cambiar sus propiedades térmicas, transmitancia, absortancia, permeabilidad, modificar su color, su transparencia y varias características ópticas entre muchas otras, también se integra a elementos físicos integrados hasta a un nivel manométrico con materiales con propiedades variables y habilidades dinámicas. Ahora existe un edificio con una piel que responde, con sistemas integrados que hacen una aportación significativa que mejora los niveles internos de confort y ahorra energía, en ausencia del usuario la fachada es capaz de autorregularse por si sola y operar su sistema bajo inteligencia artificial, puede tener autonomía energética⁹

Análisis:

En los años setentas la energía se convierte en un tema de importancia en el diseño arquitectónico y que se refleja también en el diseño de las fachadas, se usan elementos horizontales y verticales a la fachada, sistemas móviles y de fijación, se diseñan elementos dinámicos; la envolvente fue el primer elemento que se relaciono con el ahorro de energía pero en los años setentas, con el uso del aire acondicionado en los edificios la fachada perdió el desarrollo de los sistemas pasivos de climatización.

Surge LEED y BREEAM que son sistemas de medición de edificios sustentables.

Se integran estrategias de ahorro de energía en fachada, se utilizan fotovoltaicos, surgen vidrios más eficientes y nuevos materiales.

Los sistemas de automatización y control inteligente permiten el control y eficiencia de los elementos integrados a fachada.

El diseño arquitectónico responde al entorno y a elementos climatológicos del sitio

⁸ Sustainability at the Cuttung Edge, Emergin Technologies for low energy buildings. Peter Smith. Architectural Press 2003

⁹ High Rise Manual, Typology&Design, Construction&Technology. Johan Eisele, Ellen Kloft 2002



1.4 La envolvente vertical

“El desarrollo sustentable comprende entender las necesidades del presente y las del futuro, se refiere a la habilidad de la sociedad y de todos los sistemas ecológicos a continuar funcionando por tiempo indefinido.”

The American Institute of Architects Handbook



El primer rascacielos en el mundo fue el Templo Masónico en Chicago 1982 con 21 niveles y cerca de los cien metros de altura, el Empire State en Nueva York por cuarenta años fue el mas alto (1931 - 1972) con 381 metros de altura, después el World Trade Center con 315 metros, seguido por la Torre Sears con 442 metros diseñadas por el arquitecto Cesar Pelli, en 1974, posteriormente las Torres Petronas en 1998 con 452 metros, la carrera por la altura esta marcada con fuerza en Estados Unidos y Asia.

En la arquitectura moderna los rascacielos buscan mejorar el ambiente inmediato, incorporando múltiples usos y funciones en un mismo edificio, vivir, trabajar, relajarse en el mismo lugar, estas ideas de agregar densidad vertical y ofrecer usos mixtos en áreas urbanas se están planeando para el futuro, áreas publicas abajo, miradores y penthouses en lo mas alto. Al disminuir el área de desplante sobre el terreno, los edificios verticales favorecen notablemente el desarrollo sustentable, disminuyendo su impacto sobre el suelo y permite mayor área permeable.

La cifra para el 2020 muestra que el 75% de la población en Europa y el 55% de Asia vivirá en ciudades verticales. Existen ya propuestas de ciudades como la torre Milenium o la torre Bionica, e incluso las propuestas van más lejos al plantear ciudades submarinas.

El arquitecto Kenth Yeang es el principal pionero en desarrolla criterios sustentables en los rascacielos como: ahorro de energía, energías alternativas, viento, orientación, control de temperatura, vivienda vertical, usos mixtos, estructuras, fachadas entre otros, Kenth Yeang considera estas ideas como el futuro de la arquitectura vertical.

Yeang piensa que un edificio debe funcionar como un ecosistema, es decir un de vida en equilibrio con lo orgánico e inorgánico, ese es el siguiente paso para la arquitectura verde.

La envolvente en rascacielos es el principal elemento sustentable, al convertirse en el sistema más grande en área del edificio, por la magnitud es justificable la integración de tecnologías encaminadas al ahorro de energía como, sistemas pasivos de climatización, iluminación natural, sistemas pasivos de aire acondicionado, captación de agua de lluvia, integración de celdas fotovoltaicas entre otros.

Análisis:

La arquitectura vertical requiere diferentes niveles de confort en un mismo edificio, por su escala existe mayor área de contacto con los factores externos, lo que justifica la implementación de estrategias bioclimáticas.

Menos área de desplante y menos impacto al suelo.



CAPITULO II

2. SISTEMAS EN UNA FACHADA

“Respirar” es estar vivos, es la energía del exterior en nuestro interior, intercambio que nos mantiene en equilibrio y en contacto profundo con la naturaleza. Toda nuestra piel respira y es la intermediaria con el medio exterior, nos protege, se adapta a las temperaturas, sentimos a través de ella y es autorregulable.



Edificio Debis, oficinas en Berlín Alemania
Renzo Piano 1996

2.1 fachada y el sistema del ser humano.

“El primer sistema que esta en contacto con la envolvente, es el ser humano, su habitante.”

La ropa que usamos es nuestra segunda piel, el color, la textura, el grosor, material y hasta diseño lo seleccionamos según el clima que nos rodea, esta segunda piel nos proporciona otro nivel de confort, en días lluviosos es impermeable, en días fríos es una barrera térmica o con mucha ventilación en días soleados.

Existe una tercera piel, una a gran escala donde pasamos la mayor parte del tiempo, esa tercera piel son los espacios que habitamos, la envolvente es una tercera piel que esta viva y también respira; el ser humano es un elemento dinámico que interactúa con el medio ambiente, así que la arquitectura debe diseñar espacios donde exista esta interacción cada vez mas olvidada.

Nuestra piel es el medio de conexión de nuestro cuerpo, mente y naturaleza, el equilibrio con el contexto se refleja en nuestro color de piel, grosor, hidratación y textura; para cada clima la piel cambia sus características y es flexible ante los cambios que experimenta en el ambiente que nos rodea.

Cada elemento de la naturaleza tiene un por que, con la habilidad de adaptación y equilibrio a los sistemas de los que forman parte, las hojas de los árboles, el caparazón de una tortuga, un caracol, las escamas de un pez, la piel de un oso, todo tiene relación infinita.

Cada persona tiene su propio metabolismo, con flexibilidad para cambiar su estado, es decir cada actividad cambia el balance de calor en nuestro cuerpo como correr, dormir o caminar, pero también se ajusta en distintas escalas determinadas por: cuerpo, ropa, ubicación y entorno. Nuestro cuerpo se ajusta con acciones involuntarias como transpirar o acciones voluntarias como la actividad física también con la selección de nuestra ropa, la ubicación ajusta nuestro metabolismo de forma diferente si estamos con sol directo o protegidos del viento, en sombra o con brisa refrescante.



sistemas en fachadas

Esta interacción con factores externos los controlamos también de forma pasiva ya que podemos cambiar nuestra actividad física o agregando capas con chamarras o abrigos, ajustando capas con corbatas, margas y botones y quitando capas con un traje de baño, cambiando de lugar de un espacio interior a un exterior o exterior a interior, buscar una sombra, abrir o cerrar ventanas.¹⁰

La ropa mantiene una capa de aire entre la superficie de nuestro cuerpo y el tejido que nos aísla térmicamente, aunque la ropa brinda una sensación de calentamiento del organismo, en realidad lo que hacen es reducir las pérdidas de calor ya que las telas por si solas no producen calor pero es el mecanismo más barato energéticamente hablando para regular la temperatura del cuerpo. A el valor aislante de la ropa se le denomina CLO

El confort térmico es el estado ideal sensible del ser humano, en el cual sus actividades tanto físicas como mentales no se ven alteradas por los factores climáticos del lugar.



El ser humano produce calor según su actividad física, a esta producción de calor metabólico se le denomina MET

Cada individuo tiene su propio nivel de confort y grado de aclimatación, esto depende del sexo de la persona, edad, estado de tensión, entre otros factores. Para el área del trópico se dice que el grado promedio de confort esta entre los 22 a 28°C con un rango de humedad relativa del 30 al 70%.

"El cuerpo humano es altamente sofisticado, cuida la temperatura correcta de confort en los diferentes climas, sin embargo tiene un diseño limitado, donde la ropa y los edificios compensan estas deficiencias la temperatura promedio de la piel del ser humano es de 32-34°C, la temperatura promedio del cuerpo es de 36.5 a 37°C y el área de la piel es de 1.7 a 1.9 m²."^{11 12}

El equilibrio térmico natural del individuo se da por medio del tejido adiposo y el vello, son sistemas naturales que aíslan y reducen las pérdidas de calor, la cantidad de cada uno de ellos depende del individuo, el equilibrio del sistema térmico del cuerpo humano esta en función del metabolismo, convección, transpiración y radiación.

El confort en los edificios se miden en base a normas y estándares establecidos, donde se pueden medir valores como temperatura, humedad, velocidad del aire o lúmenes, pero el confort también envuelve aspectos subjetivos difíciles de medir, el ser humano no mide su confort con equipo o aparatos que arrojen datos y números.

Análisis:

La envolvente bioclimática trabaja de la misma manera que la piel del ser es autorregulable al medio ambiente, es un medio de conexión del interior con el exterior, funciona diferente frente a condiciones climáticas diferentes de temperatura, viento, humedad e incluso al metabolismo y actividad de cada persona; la piel es un medio de transmisión sensorial como lo es el confort.

La fachada también tiene la función de conexión sensorial que se puede lograr con los materiales, forma, diseño, color y vistas hacia el exterior.

¹⁰ Congreso Latinoamericano sobre Confort y Comportamiento térmico de las edificaciones 2005 , curso "Metodología de Diseño Bioclimático", Arq. Givonni Universidad de Argentina.

¹¹ Climate Design, Gerhard Hausladen, Munich 2004 Ed. Birkhauser

¹² Sol Power, Sophia and Stefan Behling, The Evolution of solar Architecture. Ed. Prestel 1996



2.2 Los sistemas naturales y la envolvente

Es sorprendente cuando nos envuelve un entorno donde podemos sentir, respirar, pensar y despertar nuestros sentidos, pararse bajo la sombra de un árbol, caminar bajo la lluvia, correr en contra del viento, mirar las estrellas rodeados de la noche, a esto llamaría “envolventes naturales”, envolventes que rodean un espacio y tiempo, con sonidos, texturas, olores y formas, con temperatura, viento, humedad o luz. El ser humano esta inmerso en su medio ambiente, viviéndolo todos los días, disfrutándolo, respirándolo y adaptándose, busca envolventes que respondan a sus necesidades físicas y psicológicas; sentirse protegido, estar encerrado o sentirse libre, estar seco o mojado, sentir frío o calor.



Clima

El clima de cada sitio se ha podido fusionar con la solución y el pensamiento arquitectónico, para cada clima la envolvente se ha solucionado ingeniosamente diferente, como el iglú en las zonas frías que es una envolvente de gruesos bloques de hielo que se disponen en forma semiesférica, perfectamente sellado por una capa de hielo que se forma en el interior, el iglú aprovechan la nieve que los rodea como un elemento aislante, el calor humano hace posible mantener al interior una temperatura de confort de 15° C respecto a las muy bajas temperaturas del exterior de -45.56 ° C.

Algunas tipologías de los indios norteamericanos ejemplifican este planteamiento, las tribus establecidas en las costas del pacífico construyeron refugios con madera formando una doble piel, que lograba una cámara de aislamiento, en verano la envolvente exterior podía ser retirada así se lograba una mayor circulación del aire al interior, mientras que en climas templados la solución para ciertas tribus fue la vivienda wigwam que consistió en una estructura de postes cubierto con pieles que los protegían del viento y de la lluvia, este sistema les permitía transportar su vivienda fácilmente.

En zonas áridas y muy calurosas se utilizó el adobe como una envolvente que proporcionaba un aislamiento efectivo; en zonas cálidas húmedas las tribus debían protegerse de la alta radiación solar y permitir la evaporación de la humedad, lograron este efecto integrándose a la flora existente y desarrollando sus viviendas permitiendo el mayor flujo del viento, otras tribus construyeron altas cubiertas protegidas por hojas que brindaban sombras a sus viviendas.

No es casualidad que en diferentes partes del mundo con climas similares se desarrollaron soluciones muy parecidas ya que la envolvente no solo se diseñó en función de las necesidades del ser humano si en gran parte al clima y contexto que lo rodea.

Las variables del clima que determinan el nivel de confort del ser humano son principalmente: la temperatura, humedad relativa, radiación solar y viento. Como variables individuales esta la ropa, la actividad física, edad, sexo y alimentación entre otras.



Humedad

La humedad incide en la capacidad de transpiración que tiene el organismo, mecanismo por el cual se elimina el calor, a mayor humedad menor transpiración, por eso es más llevadero un calor seco que un calor húmedo. Un valor cuantitativo importante es la humedad relativa, que es el porcentaje de agua que tiene el aire respecto al máximo que admitiría, la humedad relativa cambia con la temperatura por la sencilla razón de que la máxima humedad que admite el aire cambia con ella.

Viento

El viento aumenta las pérdidas de calor del organismo, por infiltración y por aumentando la evaporación del sudor, que es un mecanismo para eliminar calor. Cuando nuestro cuerpo esta en contacto con partículas de aire, estas contrarrestan el efecto del calor, ya que el aire esta a una temperatura mas baja y el cuerpo cede calor, cuando las partículas de aire esta bajo las mismas condiciones de calor se rompe este "equilibrio térmico" y se manifiesta por medio de sudoración.

Radiación solar

Es el mayor elemento de nuestro sistema y nuestra principal fuente de energía, en forma de luz y calor, por otro lado el movimiento que efectúa la tierra alrededor del sol es importante elemento de estudio para la arquitectura Bioclimática, la trayectoria de la tierra en torno al sol determina el año y el cambio de estaciones y la rotación de la Tierra alrededor de su propio eje provoca el día y la noche, determina nuestros horarios y bio ritmos.



La tierra gira en dirección Oeste-Este, tiene una inclinación de 23 grados y 27 minutos sobre el plano de la eclíptica, esta inclinación provoca que en el recorrido de nuestro planeta alrededor del sol reciba la luz solar en diferente ángulo en cada hemisferio, también da lugar a las estaciones primavera, verano, otoño e invierno.¹³ La declinación α es el ángulo que forma el rayo solar con el plano del ecuador en cada época del año, determinando las estaciones climáticas, en el caso del hemisferio norte, las principales fechas estacionales son:¹⁴

Equinoccio de primavera	21 de marzo
Solsticio de verano	21 de junio
Equinoccio de otoño	21 de septiembre
Solsticio de invierno	21 de diciembre

El solsticio de verano es el día con más horas de sol y con el máximo soleamiento del hemisferio, aunque las temperaturas máximas se retarden aproximadamente un mes, desfase producido por el almacenamiento de calor en la tierra. En los equinoccios la noche dura igual que los días, y ambos hemisferios reciben igual cantidad de soleamiento, marcando el cambio de estación.

El solsticio de invierno es el día más corto y con soleamiento mínimo, con temperaturas mínimas a finales de enero. En el hemisferio sur el proceso es idéntico pero con un desfase de 6 meses.

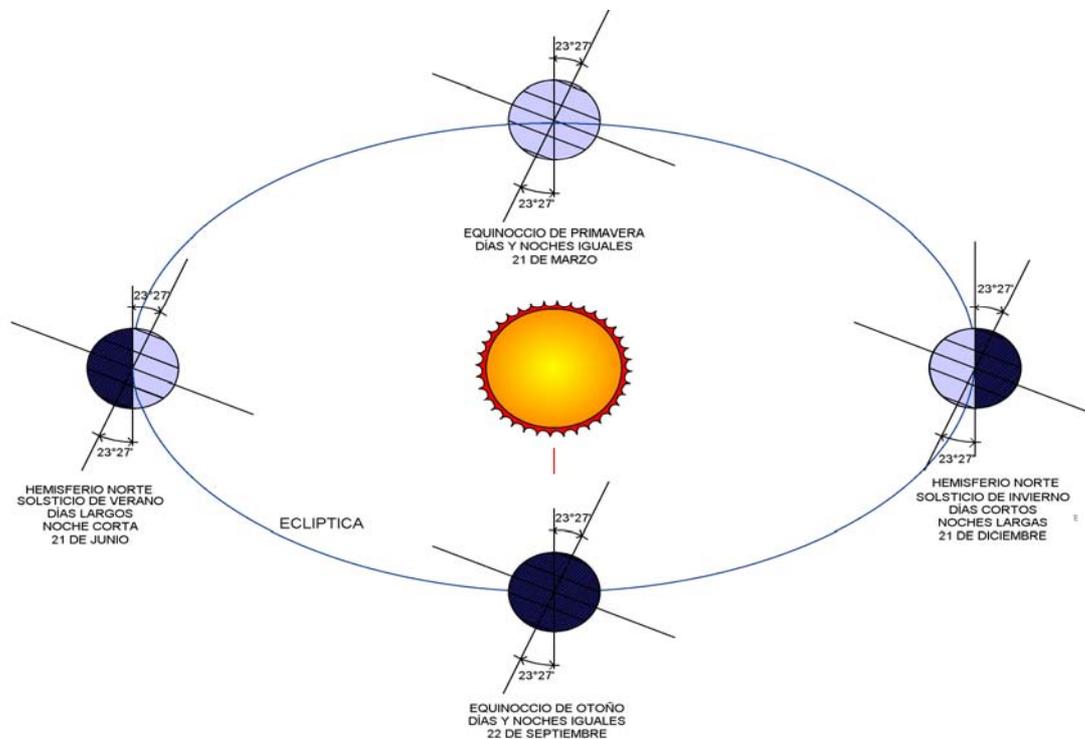
¹³ Sobre equinoccios y solsticios, <http://www.mega-cosmos.com/rep0.html>

¹⁴ Equinoccios, http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/2_clima/2_soleamiento/a222.htm



El equinoccio ocurre dos veces al año, el primero es el 21 de Marzo y es conocido como equinoccio de primavera. Ese día el Sol atraviesa de Sur a Norte el plano de la eclíptica. En contraparte, el 22 de Septiembre el Sol atraviesa de Norte a Sur, lo que se conoce como equinoccio de otoño.

La grafica solar es una herramienta para la estrategia de diseño arquitectónico que garantiza los niveles de confort en edificios y así optimizar el gasto de energía eléctrica y aire acondicionado. La gráfica indica la proyección del camino del sol sobre el planeta en todo el año, la cual se aplica directamente sobre el proyecto a estudiar, es útil en la arquitectura en el diseño de elementos de fachada como parteluces y aleros, también a partir de esta se pueden ubicar elementos que impidan el paso del sol en el sitio de análisis en fechas y horas específicas.



El azimut es el ángulo medido horizontalmente respecto al norte geográfico, y la altitud es el ángulo medido de forma vertical a partir del horizonte.

Día solar verdadero es el intervalo de tiempo que sucede entre dos pasos consecutivos del sol por el meridiano inferior, comenzando en éste la hora 0 y estando el mediodía la hora 12 en el meridiano local.

El tiempo solar verdadero es el tiempo dado por el movimiento diario del Sol en el firmamento (como se ve en un reloj de sol); por ser el movimiento del sol aparente, ya que es la tierra la que orbita en torno al astro, en ocasiones también recibe la denominación de tiempo solar aparente.

El ejecutar un razonamiento completo del efecto del sol sobre la envolvente establece importantes parámetros de diseño bioclimático, ya que la ganancia de calor por medio de la fachada podrá ser controlado a partir de un modelo bioclimático y simulaciones para establecer



sistemas en fachadas

una estrategia de ahorro de energía y un diseño que aproveche el sol cuando se requiera, lo evite en ciertas fechas e incluso lo transforme en energía para la operación del edificio.

Los sistemas pasivos de iluminación natural dependen directamente de este estudio, así como la estrategia del uso de sistemas de aire acondicionado y calefacción, finalmente se podrá tener un estudio de sombras en elementos integrados a la fachada, del mismo edificio a su entorno y del entorno al edificio, partiendo de los datos de azimut y altitud.

La envolvente recibe sombras de edificios de su entorno y de elementos integrados a esta como parteluces, estos factores reducen la ganancia de calor ya que evitan recibir los rayos del sol de forma directa, recibiendo solo los componentes difusos, este efecto es considerable en edificios de gran escala que justifica un estudio completo de este proceso natural.¹⁵ La ganancia de calor por medio de la envolvente es diferente en cada época del año, determinada también por el efecto del sol sobre la superficie.

Análisis:

Además de los sistemas mecánicos, existen sistemas naturales que están en contacto con la envolvente como: temperatura, humedad, viento, radiación solar, iluminación, orientación, velocidad y trayectoria del viento, sombras, contexto, clima, flora, localización, así como el sistema del mismo ser humano que habita el espacio.

Los sistemas pasivos de climatización son estrategias que se pueden integrar al diseño de la envolvente de forma amigable al medio ambiente sin requerir energía para su operación.

Al lograr un contacto sensorial del interior con el exterior al usuario, se ofrece también un confort psicológico, con esto quiero decir que la envolvente además tiene una importante función que consiste en conectar al usuario con lo que sucede en el exterior, saber si hace frío o calor, ver si está lloviendo, ver un atardecer, un amanecer, ver caer la noche ya que al contar con sistemas mecánicos de climatización también se está modificando la conexión con el medio exterior.

La trayectoria solar y su relación con la envolvente es una herramienta básica para el diseño sustentable, la ganancia de calor por medio de la fachada es el principal objetivo a controlar en este sistema.

¹⁵ Carrier System Design Manual, Carrier Air Conditioning Company . Syracuse NY.



2.3 La envolvente y el sistema de aire acondicionado, calefacción y ventilación

“La climatización es el acondicionamiento de espacios, encaminados a conseguir, con independencia de las condiciones externas características de calidad de aire y confort térmico agradables y convenientes sanitariamente. La climatización ha de ser como uno de los componentes que definen a la arquitectura. La valoración de un clima suele hacerse a través de cuatro factores principalmente, temperatura, humedad, viento y radiación, partiendo de tres criterios.

La condición climática básica es aquella en la que el edificio está expuesto con mayor frecuencia. Los inconvenientes climáticos son las condiciones que empeoran la percepción del confort, mientras que las ventajas climáticas son fuerzas que contribuyen naturalmente a la percepción del confort.”



La fachada es una de los componentes más importantes que afecta el uso de la energía, la ganancia y pérdida de calor a través de la envolvente puede representar un porcentaje significativo de consumo demanda de energía eléctrica debido a la escala de los equipos que se requieren para controlar el clima interior de forma mecánica.

Para valorar la percepción del confort climático de un ambiente se considera: la satisfacción higrotérmica afectada por la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire, propiedades de los materiales, actividad del usuario, vestimenta del usuario; mientras que la satisfacción por las características del aire debe lograr la percepción de un aire fresco, no viciado, es decir que la calidad del aire no represente riesgos para la salud.

La carga térmica se refiere a la potencia de refrigeración o calentamiento que se requiere para mantener un espacio en condiciones térmicas de confort, para dimensionar los equipos de climatización se deberá estimar la carga máxima térmica, las cargas se consideran en exteriores e interiores.

La carga exterior se obtiene de la envolvente de un edificio, a través de paredes, techos y superficies acristaladas, es importante mencionar que muchas envolventes no son herméticas y por lo tanto las ventanas y puertas dejan entrar cierta cantidad de aire no controlado del exterior que aporta carga sensible y latente. Sin embargo debe considerarse siempre una carga por ventilación, esto se refiere a la toma de aire del exterior para mantener condiciones de pureza en el interior.

Por otro lado las cargas interiores son generadas por los ocupantes, dependiendo de la actividad se disipa cierta cantidad de calor, la carga por iluminación es la energía convertida en calor que generan las luminarias, al igual que máquinas, motores, equipos y hasta procesos industriales.

La carga térmica es el resultado de los cálculos de todos los flujos de calor y se puede calcular a partir de la variación de las variables climáticas como días de diferentes amplitudes con valores diferentes valores de temperatura mínima o máxima, el valor de la radiación solar entre un mes y otro, las condiciones de la atmósfera en días nublados o despejados. El cálculo de la ganancia de calor debe hacerse a lo largo de un periodo de tiempo, el que las condiciones del medio ambiente cambien, existiendo un gradiente de temperatura entre el interior y el exterior. También se considera la ganancia de calor que se considera en los materiales de construcción, al modificarse su temperatura en el transcurso del tiempo.



sistemas en fachadas

Por su naturaleza las cargas térmicas se clasifican en calor sensible cuando provenga de una ganancia de calor directa por cualquier mecanismo de transmisión de calor por conducción, convección o radiación, y que se traduzca en un incremento en la temperatura del aire en el interior y calor latente cuando existe adición de humedad al sistema como calor generado por los ocupantes o cafeteras y los dispositivos de climatización natural.”¹⁶

En los parámetros de cálculo establecidos para edificios de oficinas se consideran dos zonas en el edificio la que esta próxima a la envolvente, que se puede llamar exterior que se refiere al área desde la fachada a 10 a 12 ft hacia el interior, la zona exterior tiene mayores variaciones debido a los cambios climáticos y a la posición del sol entre otros factores, esta zona es la requiere sistemas de calefacción y enfriamiento, según la estación alguna fachada requerirá calefacción mientras que otra requiere enfriamiento. ¹⁷



Por otro lado la zona interior se comporta de manera uniforme y por lo general solo requiere un sistema de enfriamiento ya que su carga térmica se ve determinada por la iluminación, los equipos de oficina y la gente. La mayoría de las oficinas se ocupan de 8:00 am a 6:00 pm, algunos ocupantes pueden estar de 5:30 a 10 pm .

El número de ocupantes puede variar desde 75 personas /ft² en oficinas privadas 200ft² los casos mas serios son en áreas como áreas de espera o sala de juntas don de puede ser de hasta 20ft². la ganancia por iluminación y equipo eléctrico puede variar de 1 a 5 watts/ft² pero incluso puede ser mas considerando el tipo de edificio y luminarias que se utilizan el equipo eléctrico de 5 a 10 watts/ft² pero también puede ser mas. Las condiciones del edificio y su orientación son determinadas por el edificio, pero ciertas variaciones en estos factores pueden producir un incremento del 10 al 15% en la carga de refrigeración, así que la orientación y las condiciones del edificio deberán ser cuidadosamente analizadas.

Las funciones variables y el criterio que se aplica a edificios de oficina permite seleccionar diferentes sistemas de aire acondicionado Existen diferentes tipos de edificios sin embargo no es suficiente considerar una planta tipo en oficinas altas ya que pueden incluir restaurantes, centros de telecomunicación, áreas de recreación, así que se deberá considerar estas opciones y posibles cambios. Así que los sistemas deberán ser también flexibles.

¹⁶ Seminario “Calculo Térmico en Edificios” Dr. Diego Morales UNAM 2005

¹⁷ ASHRAE, Applications Hand Book 1999



sistemas en fachadas

En el diseño del sistema de aire acondicionado es muy claro el vínculo que existe con los criterios arquitectónico y características de la envolvente, así como los datos climatológicos y parámetros de confort, es en esta ingeniería donde se descubre que papel juegan los parámetros del diseño arquitectónico, las consideraciones bioclimáticas y materiales entre otros factores.

El diseño de un sistema de aire acondicionado parte del análisis del proyecto arquitectónico, localización del edificio, orientaciones, características climáticas del sitio, áreas a acondicionar. Así mismo un análisis muy completo de la envolvente, se averigua los materiales los coeficientes de transmisión de calor de los mismos, elementos de sombra integrados a la fachada, sombras naturales o por otros edificios.



Torre del Bosque México DF.

Una vez hecho este análisis se inicia con el cálculo de las áreas a acondicionar dividiendo la planta en zonas según la orientación, uso o sistema de aire que mejor resuelva las necesidades del usuario.

Cada espacio se analiza de forma individual partiendo del cálculo de su área y se establece también el área de fachada, su orientación y la relación que existe entre el área del muro y ventana, se cuantifican muros a temperatura exterior, que son aquellos que no reciben ganancia de calor por radiación directa pero sí por convección y conducción.

Los espacios inmediatos que están acondicionados son valorados al igual que áreas donde no se contara con el sistema de aire incluyendo puertas y ventanas, este mismo criterio se usa en el cálculo de áreas de pisos inmediatos superiores o inferiores acondicionados o no. Por otra parte los domos y características de la cubierta final se revisan y calculan para considerar los efectos de estos en los espacios que cubren.

Es en esta etapa donde sistemas integrados a fachada como protección solar, parteluces y sistemas de sombra juegan un papel importante ya que afectaran de forma positiva al ingresar los datos al sistema de cálculo. Investigaciones de Victor Olgyay han de mostrado que las protecciones solares en el exterior incrementan la efectividad en un 35%.

La actividad u número de usuarios son anexados en base a datos reales establecidos o criterios y normas para el cálculo de sistemas de aire acondicionado. Se concluye el análisis del espacio con los datos de iluminación y horarios de usos de los espacio. Así finalmente se obtienen los datos de áreas, orientación, áreas de muro y ventana, muros a temperatura exterior, ventanas a temperatura exterior, muros no acondicionados, puertas no acondicionadas, entresijos, techos y domos, usuarios, datos de iluminación y tiempo de operación.

Los datos son ingresados al software de cálculo al que habrá que definir el tipo de sistema que se utilizara.

Clasificación general de los sistemas de aire acondicionado: Un sistema de Expansión Directa funciona a partir del intercambio térmico entre el espacio a acondicionar y el equipo de aire acondicionado se realiza mediante un gas refrigerante, estos son a su vez se dividen en sistemas de ventana, equipos mini-split, sistemas divididos y unidades paquete.



sistemas en fachadas

Por otro lado un sistema de Agua Helada se basa en el intercambio térmico entre el espacio a acondicionar y el equipo de aire acondicionado, se lleva a cabo mediante agua fría a 6°C, este sistema se utiliza en edificios, hospitales, hoteles, centros comerciales y laboratorios, sus componentes son los chillers, bombas centrífugas, tubería de distribución, unidades terminales como UMA o FC (Unidades manejadoras de aire o Fann&Coil) y válvulas de control.¹⁸

Los datos ingresados al sistema de cálculo arrojan resultados de los que se parte para la selección y la capacidad de los equipos, así mismo se inicia la etapa de diseño donde se proyectan las trayectorias de las tuberías, válvulas, termostatos y cajas de volumen, según el sistema seleccionado; todo seleccionado para cubrir las toneladas de refrigeración requeridas.

El aire y la iluminación pueden ser suministrados por fuentes artificiales, pero no se podrán comparar con los efectos saludables que brindan sistemas naturales, las ventanas que pueden ser abiertas por sus ocupantes brindan aire fresco y dar el poder de controlar nuestro propio ambiente dentro del espacio, esto activa nuestros sentidos los cuales están perdidos en espacios completamente cerrados.

Entre las estrategias que benefician directamente a la envolvente para reducir la dimensión de los equipos son los techos verdes, selección de vidrios eficientes, orientación, forma y elementos como parteluces, volados y louvers entre otros.

Análisis:

Con la aparición de los sistemas mecánicos de calefacción, ventilación y aire acondicionado, cambio la forma de diseño de la envolvente, cambiando las estrategias pasivas de climatización por elementos mecánicos, lo que significa control en la temperatura y confort pero también aumento considerable de uso de energía, los sistemas de aire acondicionado consumen el mayor porcentaje de energía de un edificio además de ser el sistema que se ve afectado o beneficiado por el diseño de la fachada.

En el cálculo térmico se consideran los siguientes aspectos: ubicación geográfica del edificio, clima del sitio, escala del edificio, uso, número de ocupantes, actividad, horario, sistema de iluminación, características térmicas de los materiales de la envolvente y orientación.

La envolvente es un elemento que puede afectar o mejorar directamente la eficiencia y dimensión de un equipo de aire acondicionado que también afecta el consumo de energía requerido.

¹⁸ Simposium de Tecnología, Sistemas Híbridos en Aire Acondicionado, UNAM 2006.



2.4 Sistemas constructivos en la fachada.



Montaje de módulos prefabricados
Sistema de doble fachada edificio Colorium en Alemania.

Los sistemas constructivos representan la materialización de todas las ideas, criterios y estrategias bioclimáticas, la óptima fabricación, montaje y puesta en marcha de sistemas automatizados integrados a la misma constituye el éxito del funcionamiento del sistema.

Los procesos constructivos también siguen la evolución de los sistemas en fachada, que requieren mano de obra especializada y trabajo en equipo de varias ingenierías; a continuación se describen los sistemas más utilizados en las fachadas bioclimáticas.

El sistema de doble fachada consiste en dos paredes de vidrio separadas por una cavidad de aire, la fachada principal tiene propiedades aislantes y el espacio de aire entre ambas funciona como protección contra las temperaturas extremas, viento y sonido, los dispositivos de control solar y varios elementos pueden ser integrados, en diferente número, formas y materiales.

Existen varios tipos de fachadas dobles que se pueden distinguir por su función, estos sistemas tienen éxito en Europa ya que responden a las necesidades de países con clima extremo. Hay diferentes variaciones en este sistema donde el espacio de aire que forma parte de la envolvente y permite alteraciones para mejorar el flujo de aire, control del sonido y otros beneficios; esta cavidad puede ser continua en sentido vertical dividido por cada losa de entrepiso o puede ser dividida en sentido vertical con el fin de tener protección contra fuego y aislar mejor el sonido.

Un ejemplo de variación de este sistema consiste en dos capas de vidrio montadas de 250 a 750 mm de separación aproximadamente, con un espacio de aire entre ambas capas, este es el sistema más viejo y ha sido usado por cerca de 100 años, esta fue desarrollada antes del vidrio aislante sin reducir la cantidad de luz que entra al edificio, un ejemplo actual es el centro Químico Occidental Hooker Building en Niagara Falls de Nueva York.¹⁹

Una alternativa con fines de extracción y manejo de aire consiste en un sistema de fachada principal con vidrio aislante y una segunda piel interior con vidrio convencional el espacio de aire entre ambas tiene una función en el sistema de aire acondicionado, el aire caliente se extrae del interior por medio de una cámara plena en el plafón y se conduce a la cavidad por medio de ventiladores, después se envía al exterior a través de la cavidad formada por las dos fachadas,

¹⁹ The Tectonics of the environmental skin, Kate Harrison y Terri Meyer Boake.,. University of Waterloo School of Architecture 2002.



sistemas en fachadas

mientras que la fachada aislante exterior minimiza la transmisión de calor, este sistema se utiliza cuando la ventilación natural no es posible en sitios con mucha contaminación, ruido o fábricas, también se pueden implementar dispositivos de sombra en el interior del sistema, un ejemplo es el Helicón en Londres Inglaterra.

Un sistema de doble fachada también puede formarse a partir de un sistema cortina en el exterior, esta funciona primero como protección de los sistemas integrados en la cavidad de aire para protección solar y la fachada interior funciona entonces como aislante para minimizar la ganancia de calor; así las ventanas del interior pueden ser abiertas mientras que la piel exterior funciona como regulador de temperaturas extremas, las ventanas abiertas durante la noche permiten la pérdida de calor dentro del edificio también funciona con el sistema de aire. Un ejemplo de este tipo de fachada es el edificio Debris en Berlín.

Una piel multifuncional y un sistema híbrido combinan una o más de las características básicas para formar un nuevo sistema, un ejemplo de esta fachada es el edificio RWE en Alemania y el Tjibaou Cultural Center of New Caledonia.



Imagen: detalle de fachada del Centro Cultural de Nueva Caledonia
Diseño arquitectónico: Arq. Renzo Piano

La envolvente doble con cavidad no dividida tienen en la parte superior un sistema de extracción de aire caliente que funciona en verano para mantener fresco el interior y en invierno permanecen cerradas para mantener el calor, un ejemplo es el edificio Telus Farrel Building en Vancouver. Mientras que las fachadas divididas en sentido horizontal tienen un mejor aislamiento de sonido, evitan el sobrecalentamiento, brindan un mejor control por zonas o áreas, protección contra fuego y también generan un gasto menor en el sistema y es más eficiente la ventilación natural un ejemplo de fachada dividida es el edificio RWE de Alemania.

Los criterios a analizar y factores que cuidar en un sistema de doble fachada propuesta según Kate Harrison de la Universidad Waterloo School of Architecture son los siguientes:

Determinar que materiales se utilizan, de que tipo, descripción, Ingenierías que intervienen, dimensiones del sistema comparado con un muro cortina convencional, dimensión global del costo con respecto a la construcción total, adaptabilidad de la fachada a la orientación, dimensiones de la cavidad en sistema doble, usos tiene esta cavidad, mantenimiento de la cavidad y del sistema y todos sus elementos que la integran, dispositivos de sombra que se incorporan como persianas o aletas, como son controladas, individual, manual o con equipo automatizado por computadora, el valor "U" del sistema, comparado contra un sistema cortina tradicional, como se plantea la doble fachada para cada tipo de temperatura, clima seco, húmedo, frío, etc. y finalmente consideraciones para los usuarios, motivación y estrategia.

Un aspecto importante en los sistemas de doble fachada es el mantenimiento y el alto costo de inversión inicial el cual aumenta si esta también automatizado, estos sistemas buscan evolucionar para ser más flexibles y que los elementos que lo integran tengan mayor tiempo de vida útil, así como facilitar o hacer más sencillo el mantenimiento, también es vital considerar la flexibilidad de expansión del sistema en caso del crecimiento de las oficinas o hasta reciclaje o rehuso en el caso de trasladarse a otra sede.



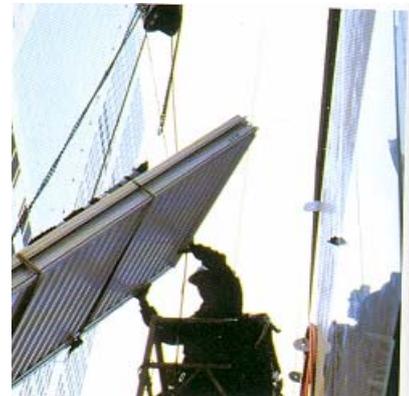
sistemas en fachadas



Torre Swiss Re de Norman Foster, Londres Inglaterra

Para Europa estos sistemas resultan mucho más económicos ya que cuentan con la tecnología, los tipos de vidrio, las ingenierías que al producir una fachada no pega en los costos de producción, mientras que en otros países esto se convierte en una producción especializada y más costosa. Pero en Europa la energía cuesta más y al ahorrarse el sistema de aire acondicionado y contar con las ingeniería de fachadas amortigua el costo de la segunda fachada en el costo global, en países como Alemania incluso las leyes están muy concientes de estos factores y en el reglamento se exigen ya criterios bioclimáticos.

Sobre el costo y los beneficios que generan este tipo de sistemas es complicado compararlo con el ambiente saludable que genera, donde influye hasta psicológicamente, existe relación con el exterior en una atmósfera de armonía ambiental que mejora la producción y mejora el desarrollo de actividades en el interior, estos aspectos se vuelven incalculables o incomparables con el costo de obra, y es tema de discusión y análisis.



Aurora Place, Arq. Renzo Piano , Sydney Australia

El siguiente paso para aprovechar esta cavidad será analizar su integración con otros sistemas (instalaciones), en primer lugar se puede independizar el sistema de ventilación y climatización, incluso sustituyendo la instalación de enfriamiento de aire por soluciones de techo o suelo frío, esto se produce por primera vez en la Loyd's de Londres donde el aire de la cámara se conecta al retorno, conjuntamente con el de las luminarias, a una central de recuperación de calor.

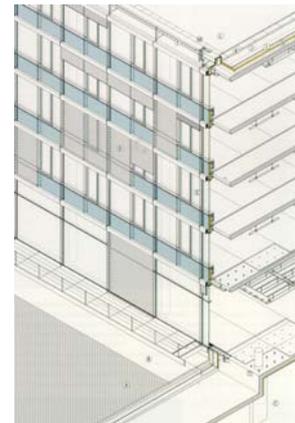


sistemas en fachadas



Torres Patronas de Cesar Pelli, Kuala Lumpur

La fachada de la Sede Central de Durr Systems esta formada por paneles de aluminio de 1.80 de ancho por 3.60 de altura montados en taller. Hay dos tipos de paneles: móviles y el fijo, los móviles llevan además una ventana oscilo batiente acoplada a ellos, los módulos tienen vidrio serigrafiado en el área de entrepiso que oculta el piso técnico, la fachada sur cuenta con louvers de aluminio completamente despletables.



Sede Central de Durr Systems, Arq. Ingenhover Overdiek
Ingeniería de fachada: DS plan GMBH

Análisis:

Con la evolución de los sistemas en fachada y los materiales, también han cambiado los sistemas constructivos, muchos sistemas constructivos son más complejos y trabajan con el funcionamiento de toda la fachada, el sistema constructivo se define en base al diseño, dimensiona de módulos, peso, materiales, diseño por viento, también depende de la tecnología con la que se cuenta y de la creatividad de ingenieros y arquitectos.

Para climas extremos los sistemas de doble fachadas han resultado sumamente eficientes, para otros climas los elementos integrados a la fachada, orientación, forma, diseño y la especificación de los materiales son la principal herramienta.

En general hay que tomar en cuenta las necesidades de la fachada durante su vida útil, ya que se requiere limpieza de la envolvente y mantenimiento de los elementos integrados a ella.



2.5 Sistemas de control inteligente en la envolvente.



GSW Headquarters, Sauerbruch & Hutton Architect, Berlin Alemania
Cuenta con un sistema inteligente en fachada de ahorro de energía

La inteligencia en los sistemas se refiere a la respuesta automática de sistemas de control, se refiere a una inteligencia artificial que es diferente al resultado de un razonamiento humano y más cercano a una respuesta automatizada, donde elementos son capaces de recrear funciones imitando la capacidad humana, en el proceso de información y toma de decisiones que el avance de la ciencia ha hecho posible con complejos programas de computadoras, estas establecen procesos y reglas conectados a sensores y otros elementos de lectura de información.

La envolvente se convierte en un sistema que detecta las sensaciones que el ser humano puede experimentar con los niveles de iluminación, temperatura, calidad del aire, fuego y hasta detectar peligro. La inteligencia artificial en las envolventes conoce que sucede en el interior y exterior inmediato, deciden el camino más eficiente para dar soluciones a necesidades, capacidad de respuesta, habilidad de aprender, habilidad para ajustarse y adaptarse a nuevas situaciones, anticipa el futuro inmediato, almacenamiento y captura de información del clima en tiempo real, responde y se ajusta a los niveles de iluminación natural, control solar, funcionamiento basado en la ocupación del edificio, opera generadores de energía, regula la ventilación y regula la temperatura.²⁰

Los sistemas de control se han desarrollado rápidamente desde 1970 brindando al edificio un ambiente sofisticado en su funcionamiento, las redes de comunicación, sistemas de seguridad, controladores de iluminación, ventilación y sistemas de climatización, monitoreo, activación de generadores de energía entre otros sistemas son operados bajo un sistema centralizado de control. Sin embargo si los usuarios tienen la opción de controlar su ambiente de trabajo serán más tolerantes a las condiciones externas e internas, si no entienden el funcionamiento de los sistemas de control y los sistemas de control no brindan una respuesta confortable a los fenómenos del exterior no existe un control inteligente.²¹

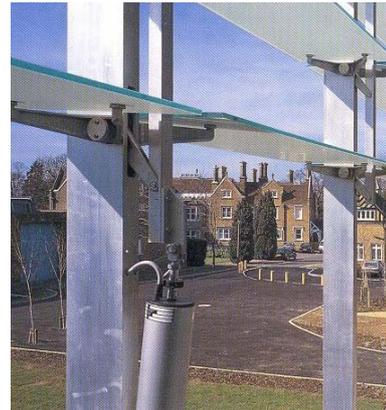
²⁰ Intelligent Skins, Michael Wigginton & Jude Harris, Architectural Press 2003

²¹ Concepts in practice Energy, Buildings for the third Millennium, Peter F. Smith & Adrian C. Pitts.



sistemas en fachadas

La integración de inteligencia en las fachadas crea envolventes multi funcionales, capaces de cambiar sus propiedades térmicas, transmitancia, absorción, permeabilidad, modificar su color, su transparencia y varias características ópticas, se integra a elementos físicos a un nivel manométrico con materiales con propiedades variables y habilidades dinámicas. Se convierte en realidad el edificio con una piel que responde a su entorno, controlando sus sistemas que mejoran los niveles internos de confort y ahorro energía, incluso en ausencia del usuario la fachada es capaz de autorregularse por si sola y operar su sistema bajo inteligencia artificial, puede tener autonomía energética y toma de decisiones que garanticen el óptimo funcionamiento y ahorro de energía.²²



Sistema de movimiento de louvers en edificio de oficinas BRE, en UK



Aurora Place piso 41, Renzo Piano, Sydney Australia
Sistema de louvers operables

Análisis:

Los sistemas de control inteligente optimizan el ahorro de energía por medio de dispositivos, software y medidores que activan el funcionamiento, movimiento, encendido y apagado de los elementos integrados a la fachada, existen varios sistemas algunos más complejos que incluso pueden anticipar el estado del clima y crear una propia base de datos o tener su propio equipo meteorológico.

Estos sistemas controlan y monitorean sistemas pasivos de climatización y elementos mecánicos que requieran control en su operación, el control inteligente puede evaluar que sistema garantiza mejor el ahorro de energía del edificio basado en las características climáticas del entorno. Se controla a nivel milimétrico el movimiento de ventanas, parteluces, iluminación y otros mecanismos, mejorando así su eficiencia y funcionamiento.

²² High Rise Manual, Typology&Design, Construction&Technology. Johan Eisele, Ellen Kloft 2002



2.6 Sistemas Pasivos de climatización en fachada.



La integración de fachadas verdes en los proyectos de Ken Yeang han significado un importante sistema pasivo de ahorro de energía

Orientación y Soleamiento.

Se refiere al obtener ganancias térmicas en ciertas orientaciones o evitar ganancias de calor al interior, las medidas a elegir dependen del caso concreto de estudio donde se debe considerar el uso del edificio, densidad de ocupantes, sombras vecinas, contexto, equipos, entre otros donde el factor solar, orientación y la incidencia de la luz natural deben ser cuidadosamente estudiados.

Los métodos clásicos son los diagramas de soleamiento, sin embargo el apoyo de programas digitales permiten tener una visión mucho mas clara en dos y tres dimensiones. La orientación norte es especialmente adecuada para usos con escasas exigencias térmicas o con cargas térmicas internas elevadas, mientras que la orientación sur resulta mas ventajosa en la ganancia de calor, la protección solar en verano resulta más fácil que en el caso de una orientación esta u oeste, también es más fácil una combinación de protección solar con la iluminación natural dada la posición elevada del sol.

Factor de forma.

El diseño de la envolvente de un edificio puede facilitar por ejemplo las ganancias térmicas en su superficie y la preservación del calor en su interior, esto es muy importante en climas con temperaturas extremas.

Para reducir al máximo las pérdidas de calor por transmisión indeseadas desde el punto de vista energético, se recomienda minimizar la envolvente., las envolventes facilitan la protección térmica y contra el viento, aprovechamiento efectivo de la luz natural y el calor solar, un valor de medición útil a la hora de determinar una forma constructiva energética es el llamado “factor de forma”, que relaciona la superficie envolvente de un edificio que irradia calor (S) con el volumen envuelto (V).

“Un factor de forma bajo ahorra energía y costos, por ejemplo, la forma esférica presenta la mejor relación superficie-volumen, pero con desventajas en la superficie útil, la media esfera es la forma más próxima a la ideal. De esta manera el iglú aprovecha el factor de forma óptimo, adaptándose a la situación climática de regiones extremadamente frías, los volúmenes mayores de formas



sistemas en fachadas

compactas, se reduce la proporción de superficie, minimizando así las pérdidas por transmisión térmica.”²³

Los volúmenes más pequeños tienen una forma menos ventajosa que los grandes, los cuerpos compactos y las formas de edificaciones densas presentan superficies de enfriamiento claramente inferiores a los edificios aislados, por esta razón resultan preferibles los edificios grandes y compactos a los pequeños y de volumen complejo.

Zonificación.

Parte de que los espacios cumplen exigencias de calidad distintas en relación a su uso y al clima exterior, siempre que existen diferentes actividades y exigencias de uso en edificios es necesario una apropiada zonificación según el uso. Una zonificación claramente articulada no solo tiene sentido desde el punto de vista energético sino que además ordena las funciones, la estructura del edificio es clara y la construcción y funcionamiento resultan rentables.

Protección térmica y contra el viento.

Para el aprovechamiento pasivo de la energía solar, resulta importante la envolvente del edificio y su capacidad para mantener o eliminar el calor que se obtiene por medio de esta, generalmente toda envolvente recibe una protección térmica eficiente mediante elementos constructivos con alto grado de aislamiento, en las zonas opacas en las fachadas, en las zonas transparente con acristalamientos de gran calidad o capas aislantes.

En cualquier caso es importante evitar la formación de puentes térmicos, por medio de cálculos y simulaciones en programas.



uso de aletas de teflón para proteger la fachada y brindar un mejor nivel de iluminación natural
Phoenix Central Library, Public Library, Bruder/DWL Architects Architect

Aberturas.

La dimensión, disposición, forma, orientación adecuada ayudan al comportamiento térmico del edificio o generar importantes pérdidas de calor, enfriamiento o sobrecalentamiento. Como puntos intermedios entre el interior y el exterior las aberturas deberían poder dejar pasar o desviar la luz, el aire y la energía dependiendo de las condiciones exteriores y las exigencias internas de cada caso, por esta razón, en el punto central del desarrollo arquitectónico se encuentra la pared exterior adaptable, que se ajusta a las condiciones y exigencias cambiantes.

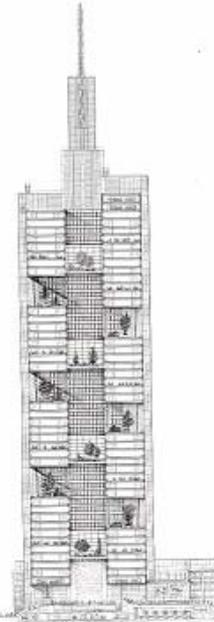
²³ Arquitectura Solar, Christian Schittich Ed. Birkhauser Detail 2003



Zonas intermedias acristaladas – invernaderos.

Son ventajosos desde el punto de vista energéticos, como zonas de temperatura o simples colectores de aire caliente, el aire puede ser distribuido a otros espacios por medio de elementos mecánicos o estáticos.

El acristalamiento en techos tiene la facilidad de sobre calentarse muy rápido en el verano y perder calor rápidamente durante el invierno; es decir se pueden generar invernaderos temporales.



Commerzbank Headquarters, Germany Foster & Partners Architect
En el edificio se han implementado espacios con vegetación en triples alturas, creando un microclima en el interior del edificio y una fachada ventilada en el espacio

Aislamiento térmico translucido.

Esta disponible en diferentes materiales, como estructura de plástico transmisora y difusora de la luz solar, o en aerógeles de composición casi homogénea disponibles en placas granuladas, este aislamiento se coloca sobre una pared exterior absorbente que se calienta con la luz solar incidente, esta se convierte en una pared radiante especialmente en invierno, primavera y otoño, pero en verano debe de ser protegido para no ocasionar un sobrecalentamiento en el interior.

El aislamiento térmico translucido también puede ser ocupado como vidrio difusor de luz, principalmente en las partes altas de las ventanas, así se obtiene una iluminación más homogénea sobre todo en espacios profundos, si se compara con vidrios de gran calidad, con capas selectivas y relleno de gases se puede decir que el acristalamiento con aislamiento térmico translucido permite una mayor profundidad de construcción pero con mayores costos, por esta razón, son frecuentes los acristalamientos de vidrio grabado, chorreado de arena o impreso.



Detalle de fachada de Aurora Place Sydney Australia de Renzo Piano



Masas de almacenamiento.

Tienen la función de estabilizar la temperatura en el interior del edificio frente a oscilaciones climáticas en el exterior, la radiación solar y las fuentes de calor internas, esta mantiene el clima interior constante y puede contribuir al aprovechamiento de potenciales energéticos.

El almacenamiento por inercia térmica aprovecha la energía solar mediante piezas constructivas macizas con gran inercia térmica, la capacidad de almacenamiento se encuentra favorecida por una gran superficie, capacidad térmica del material y soleamiento directo. Los sistemas de almacenamiento latente usan la transformación del estado físico de sustancias, especialmente del estado sólido a líquido, para el almacenamiento de calor en poca materia, al recibir el calor el material empieza a fundirse sin que aumente la temperatura hasta su completa fundición.

Dado que no se percibe un cambio de temperatura pese a la aportación de calor, el calor almacenado durante el cambio de estado físico se denomina latente. Para este tipo de almacenamiento se puede utilizar la parafina, que presenta una capacidad térmica diez veces mayor que el hormigón, por ejemplo una pared de tablaroca con 3 cms. de parafina llega a alcanzar la capacidad de almacenamiento de una pared de concreto de 40 cms, integrada en el vidrio la parafina también puede ofrecer un efecto interesante; en verano se percibe desde el interior como opaca, en días soleados de invierno se hace más clara, tras una temporada de mal tiempo se vuelve a obscurecer., helándose al ceder energía al espacio interior.

Canales subterráneos para el precalentamiento y la refrigeración.

Estos canales utilizan el nivel de temperatura estable de la tierra. Los intercambiadores de calor se suelen colocar en las capas no afectadas por heladas, y acondicionan el aire fresco aspirado a lo largo de la longitud del tubo, cuya temperatura se acerca a la temperatura de la tierra (8°C todo el año). En invierno el canal subterráneo precalienta el aire fresco requerido, mientras que en verano lo refrigera.

Refrigeración nocturna libre.

Es la ventilación a través de ventanas y compuertas o aberturas en la envolvente del edificio diseñadas de tal forma que no rompan con la seguridad de la envolvente y no dejen de cumplir una de sus principales funciones que es la protección, además debe calcularse las dimensiones para evita fuertes corrientes de viento al interior.

Análisis:

Los sistemas pasivos de climatización se basan en estrategias que no requieren de energía para su funcionamiento, son más bien estrategias de diseño en las que se pone total atención en las características del medio natural para funcionar a favor con el diseño del proyecto; estas estrategias son entre otras orientación, ventilación natural, invernaderos, canales, refrigeración nocturna, forma, elementos integrados a la fachada como parteluces, aletas y volados.

Estos conceptos se integran desde el diseño conceptual de un edificio.



2.7 Materiales integrados al sistema de la envolvente



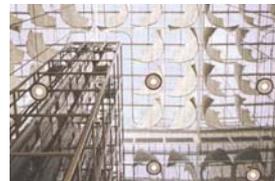
Vidrios inteligentes integrados al sistema de doble fachada en el edificio Helicón en UK

Las nuevas tecnologías ofrece más posibilidades a la arquitectura bioclimática, los arquitectos deben se hábiles para explotar estas innovaciones para crear formas y generar experiencias espaciales, además de tener información sobre las propiedades de los materiales para su selección también se debe conocer el impacto de su proceso de fabricación al medio ambiente, costos, emisiones, transporte, entre otras consideraciones.

Algunas alternativas que ha desarrollado la industria de los materiales y que incrementan los beneficios medioambientales son:

Elementos conductores de luz.

Dirigen la luz diurna al fondo de los espacios, reducen la necesidad de iluminación artificial, estos pueden tener forma de louvers, lighshelves, prismas que desvían la luz o elementos ópticos holográficos. Estos elementos además deben dar protección solar.



Uso de nueve elementos suspendidos y automatizados para dirigir la luz y proteger de los excesos, brindando iluminación natural al interior.
EPA Headquarter s Denver Colorado, office building



Vidrios activados.

Con el empleo de la corriente eléctrica o gases se puede manipular su estado de transparente a translucido por ejemplo dependiendo de la incidencia de luz o temperatura, también se pueden autorregular, obteniendo cualidades de protección solar, ahora es una tecnología muy cara pero en algunos años se podrá aplicar de forma práctica.

Paneles activados.

Los nuevos plásticos facilitan la construcción de elementos ligeros con láminas de EFTE, se pueden crear diferentes formas en elementos constructivos, extremadamente ligeros que se pueden utilizar como cojines neumáticos.

Las construcciones multicapas permiten aumentar la capacidad aislante, así como controlar la incidencia de la luz y la protección solar, para esto se superponen láminas impresas o con recubrimiento en forma desfasada, un aumento de presión en la evacuación de la cámara de aire intermedia hacen que se activen las laminas intercaladas, así la incidencia de la luz es regulable.

Paneles de aislamiento al vacío.

Funcionan con el principio de un termo, y consisten en aislantes envueltos al vacío en laminas de plástico, (ácido silico comprimido) paneles con 2 cms. de espesor aíslan tanto como 20 cms. de fibras minerales. El grosor de las envolturas puede ser reducido de manera significativa, estas tecnologías reúnen efectos pasivos con inteligencia propia que consiste en la capacidad de reaccionar a condiciones climáticas cambiantes y condiciones de radiación solar²⁴

Vidrio Fotovoltaico

En este vidrio las células fotovoltaicas son laminadas entre dos hojas de vidrio además de generar energía funciona como protector solar al espacio inmediato al vidrio, también se puede integrar una película transparente conductor eléctrico con leds generando una hoja de vidrio que también funciona como una fuente de iluminación, la combinación del vidrio laminado con el vidrio estructural puede crear hojas de vidrio muy resistentes y delgadas utilizadas por lo general en fachadas donde los barrenos hechos a las hojas de vidrio tienen una función estructural con los conectores.

El físico Henri Becqueret descubrió que la luz al caer en una combinación de materiales que contengan sílice produce un voltaje eléctrico, foto celdas eléctricas laminadas entre dos hojas de vidrio ofrece una gran variedad de aplicaciones, las celdas no solo generan electricidad, también pueden servir como protección solar para los espacio detrás de estas y al mismo tiempo decorativas.



Paneles fotovoltaicos integrados al sistema de fachada
SUVA Insurance Company, Office building

²⁴ Arquitectura Solar, Christian Schittich Ed. Birkhauser Detail 2003



La materia prima de las celdas es residuos de sílice, un producto de desperdicio de la industria de las computadoras, este silicio es fundido y colocado en barras que después son cortadas en hojas, las celdas mono cristalinas son aproximadamente de la medida de un azulejo, de color negro o azul oscuro, estas son extremadamente eficientes para convertir alrededor del quince por ciento de energía solar disponible en electricidad, las celdas solares multi cristalinas, son azul claro u oscuros y su eficiencia es del catorce por ciento.

Existen celdas multi cristalinas disponibles en diferentes colores (incluyendo plata, bronce y oro) pero estas tienen un rango de eficiencia bajo, también existe la película de celdas solares, están disponibles en color café o negro y su porcentaje de eficiencia es del seis por ciento, estas celdas son utilizadas en fachadas que generan energía, también en louver móviles que siguen la trayectoria del sol y que al mismo tiempo sirven como protectores solares (sombra).

Vidrio Inteligente

El vidrio oscurece o aclara automáticamente según la intensidad del sol, así también la transmisión puede incrementar o disminuir en respuesta a los factores externos, también como a la luz el vidrio puede reaccionar ante el calor y la electricidad, también las manufactureras producen vidrio de cristal líquido.

El vidrio termocrómico varía sus propiedades ópticas respondiendo a las variaciones de temperatura, reconociendo las variaciones ambientales y mejorando las condiciones térmicas y de iluminación. Cambia de claro a un aspecto blanco bajo cierta temperatura, el material básico que es laminado entre dos hojas de vidrio son dos elementos con diferente índice refractivo, tales como agua y plástico o dos diferentes plásticos (mezcla de polímeros), también reacciona al cambio de temperatura este material está basado en metales óxidos tal como el óxido de vanadio el cual cambia sus propiedades de transmisión cuando se expone al calor, en cuanto aumenta la temperatura, el vidrio se torna más metálico y refleja la luz del sol y aísla del calor.²⁵

El vidrio electrocrómico, cambia sus propiedades de claro a blanco u oscuro, está en base a una corriente eléctrica que es activada por sensores que reaccionan a la intensidad de la luz, este sistema utiliza ciertos metales como tungsteno e hidrógeno, sin embargo el color depende de los metales que se seleccionan para este sistema.

Un vidrio fotocromático cambia sus propiedades según los niveles de radiación que recibe, acciona automáticamente no permitiendo mucho control sobre este sistema, se torna oscuro al aumentar la carga solar, es el resultado de una conversión fotoquímica ocasionada por variaciones en radiación ultravioleta.

El vidrio de cristal líquido consiste en dos capas de vidrio con moléculas de cristal líquido laminado entre estas dos capas, al agregar una corriente eléctrica las moléculas se alinean permitiendo el paso de la luz y el vidrio se torna claro, al quitar esta corriente eléctrica las moléculas tienen una posición aleatoria que hace que el vidrio se torne blanco (esmerilado).

El vidrio inteligente es utilizado para control solar, es relativamente caro, comparado con otros tipos de vidrio, el uso de vidrio con cristal líquido es utilizado principalmente en interiores para separar espacios.²⁶

²⁵ Concepts in Practice energy, Building for the third Millennium, Peter F. Smith & Adrian C. Pitts,

²⁶ Skins for buildings, the architect's materials simple book, Ine ter Borch, Bispublishers 2004



Vidrio dicroico.

Es el tipo de vidrio que cambia de color en el transcurso del día, o al paso de una persona por ejemplo, da una ilusión de profundidad, lo que ayuda a marcar un aspecto de desmaterialización de una fachada que se percibe sólida, este vidrio consiste en integrar capas de diferentes óxidos metálicos, su aspecto obedece al ángulo de incidencia, posición del observador y hora del día.

Vidrio Holográfico.



Consiste en dos vidrios laminados con una película transparente entre estos que crea imágenes holográficas, un holograma es una maya bidimensional que produce imágenes en tercera dimensión, manipula la reflexión de la luz y dirigirla a la dirección deseada, puede lograrse hasta una iluminación difusa, este sistema protege visualmente el espacio interior de una fachada, también para lograr envolventes decorativas con imágenes que cambian logos o imágenes.

Vidrio celular.

De aspecto oscuro o gris que contiene innumerables células de aire, creado de una mezcla de vidrio pulverizado y carbón expuestos a temperaturas de más de 1000°C, el carbón genera las células, este vidrio es un 66% de vidrio reciclado de la industria automotriz y construcción, el vidrio celular es completamente resistente al agua y vapor, es utilizado principalmente como protección térmica, a pesar de ser resistentes al agua contiene células abiertas en su superficie que no permite su uso sin estar protegido.

Aerogel

Los aerogeles son utilizados en la tecnología de las ventanas para mejorar la presentación de vidrios aislantes, es un sistema de dos vidrios con película entre ellos resulta algunas veces un módulo no del todo transparente e incluso en casos con apariencia opaca, utilizados en situaciones donde se requiere de la percepción de iluminación y control de la transmisión de calor.

Sistemas reflectivos

Materiales con propiedades reflectivas altas como el espejo son utilizados en el sistema de fachada para dirigir y distribuir al interior del espacio iluminación natural, al mismo tiempo brinda protección de sombra, existen algunas desventajas si no se cuenta con un sistema de control automatizado y un buen planteamiento en el mantenimiento, sin embargo es un sistema eficiente como se logró en el Hong Kong and Shanghai Bank en Hong Kong.



sistemas en fachadas

La placa de luz también es un sistema reflectivo localizado como una placa horizontal en el sistemas de ventana en la parte superior, al exterior o interior del espacio, este elemento refleja la luz sobre la superficie del techo, la cual debe tener un diseño reflectivo para distribuir la iluminación al interior, estos sistemas no incrementan el nivel de iluminación pero si distribuyen la luz de forma eficiente.



Hong Kong and Shanghai Bank
Por Norman Foster.

El vidrio prismático es un sistema de refracción en un panel con prismas triangulares que refracta distribuye la luz de forma difusa al interior. Los ductos de iluminación concentran la luz por medio de lentes o espejos y es transmitida al interior del edificio por ductos con acabados reflectivos internos o con fibra óptica que da iluminación natural al interior del edificio, es un sistema inapropiado para sitios donde los rayos del sol no son constantes por el clima del sitio.²⁷

Los criterios que deben meditar en el diseño de una fachada con sistemas de iluminación natural son el diseño del techo o plafón del interior en relación al sistema de fachada, las dimensiones de las ventanas en fachada o entrepiso y el comportamiento de la luz al interior a través de esta, investigación de todas las posiciones posibles del sol, estudio del clima, planteamiento del sistema de mantenimiento, análisis de las variables formales, posición, orientación, ubicación y características de los materiales de cada sistema.

El desarrollo tecnológico en el campo del vidrio se ha desarrollado bastante, Los vidrios con capa de baja emisividad con capa transparente y base metálica, aumentan las propiedades térmicas en las fachadas de vidrio, y se espera que lleguen a ser Standard para vidrios transparentes. Junto con el incremento del uso del vidrio en fachadas con sistemas de control de clima hace posible un desarrollo importante en la eficiencia y ahorro de energía en los edificios. En el área del laminado, también se tiene un constante desarrollo en el proceso que amplía posibilidades, como el dar un uso estructural al vidrio.

Existe una gran gama en la variedad del vidrio, es tan amplia que resulta interesante y tal vez complicado saber que tipo es el que conviene utilizar en las fachadas según las características del sitio, clima, presupuesto, ahorro de energía entre otras variantes. Algunos tipos de vidrio son el vidrio flotado, vidrio laminado, vidrio compuesto, vidrio alambrado, vidrio aislante, vidrio fotovoltaico, vidrio inteligente, vidrio dicroico, vidrio holográfico, vidrio espuma, vidrio impreso, vidrio espejo y vidrio templado entre muchos otros.

²⁷ Concepts in practice energy, Building for the third Millennium, Meter F. smith & Adrian C. Pitts.



Vidrio flotado

El vidrio flotado fue desarrollado por la firma inglesa Pilkington, su producción inicio en 1959 siguiendo de un proceso de investigación de siete años. La composición del vidrio flotado varía de acuerdo a la manufactura, pero su ingrediente básico es el silicio, a este se agrega vidrio reciclado también, depende del uso y otras cantidades de óxidos como: fósforo, arsénico, germanio o boro.

Los ingredientes se calientan en un horno a una temperatura de alrededor de los 1500°C hasta derretirse, después pasa sobre un rodillo con un baño de estaño, por la diferencia de materiales el estaño tiende a permanecer abajo y el vidrio “flota”, el espesor del vidrio es dado por la velocidad en que se mantiene el rodillo entre otros factores. Cuando el vidrio sale del baño de estaño este se enfría a una temperatura de 600°C. y es ya suficientemente sólido para ser llevado a una cámara de templado donde es enfriado cuidadosamente. Su espesor es de los 0.6mm a los 25 mm la dimensión estándar de fabrica es de 3.2X6 metros.

En el proceso de fabricación del vidrio también se pueden agregar otros ingredientes para dar otras características y propiedades, por ejemplo al integrar carbonato de sodio para hacer al vidrio lo suficientemente duro, o al filtrar previamente las sales y agregar tintes para obtener una gran variedad de colores.²⁸

Cristal templado.

Es fabricado bajo el mismo proceso inicial, pero enfriado rápidamente, que en el proceso normal, logrando con esto cinco veces mayor resistencia y tres veces mayor resistencia a cambios de temperatura, este esta clasificado dentro del vidrio de seguridad, se utiliza generalmente en áreas donde se desea proteger al usuario de un posible impacto con este tipo de vidrio. Este tipo de vidrio combinado con reflectivos y tintes crean niveles agradables de confort térmico.



Edificio de oficinas Telefónica
En Santa Fe México DF.

Vidrio Laminado

Consiste en varias películas unidas con resina sintética, este vidrio ha traído nuevas aplicaciones interesantes e innovadoras el limite de avance aun nos e puede ver, además este tipo de material entra en una nueva categoría de edificio con nuevas características estructurales, y estéticas, en realidad son fuente de inspiración de diseñadores, como es el caso del vidrio holográficos o dicroicos. Que tienen la característica de cambiar de apariencia según el punto en el que se ubica el observador. Es posible incluir todo tipo de películas con diferentes funciones en un vidrio laminado como protección a impactos, contra balas

²⁸ www.pilkington.com



Para el manejo y uso seguro del vidrio, las hojas de vidrio son unidas usando una película de PVB (polyvinylbutyral), dos o más hojas de vidrio por medio de calor y presión, el número de vidrio y películas varían según el grado de seguridad que se requiere. Con la película plástica al romper este vidrio los fragmentos se mantienen juntos. La resina epóxica, se usa también para unir varias capas o películas para control solar, o conductores eléctricos o emisores de luz, elementos decorativos integrados como imágenes, es utilizado en fachadas principalmente.²⁹

Vidrio aislante

Este consiste en dos, tres o más láminas de vidrio separado por cavidades herméticamente selladas, a estas cavidades se le pueden dar otras funciones por ejemplo decorativas. Esta cavidad es una cámara de aire, gas argón o criptón, también se puede integrar películas de baja emisividad en la cara interior del vidrio; el recubrimiento consiste en una delgada lámina de color plata que minimiza el intercambio de calor entre la temperatura interior del panel y la temperatura exterior. Otro método para mejorar el aislante consiste en crear un vacío en la cavidad, pero este proceso requiere ajustes ya que en el proceso hasta ahora el vidrio tiende a romperse debido a la presión.

A la cámara de gas se pueden integrar louvers de aluminio, tubos de plástico o vidrio y una variedad de mallas metálicas, tales elementos adicionales además de tener una función son también decorativos.

El vidrio de control solar combate eficazmente el sobrecalentamiento. La protección solar en las fachadas deben colocarse en el exterior antes del vidrio, si las persianas se encuentran en Posición interior se produce un efecto invernadero que pueden provocar sobrecalentamientos importantes, este fenómeno se agudiza en climas extremos en la ciudad de México.

Para ser eficaz en verano la protección solar debe detener del 80 al 85% de la energía transportada por los rayos solares, es decir un valor de factor solar del 15 al 40%.

Existen vidrios especiales cuya función es captar y reorientar la luz de día hacia ciertas zonas del edificio, esto se logra utilizando por ejemplo las hojas de vidrio fijas, orientables o colocadas en el exterior o interior del edificio y los vidrios doble con rejillas translúcidas, metálicas o sintéticas integradas. Los vidrios que cumplen la función de reorientar la luz, son vidrios monolíticos de capas cuya reflexión luminosa es elevada de 30 a 50%, y con una transmisión luminosa de entre 20 y 65%.

Los mismos tipos de vidrio se utilizan como hojas pivotadas al exterior, donde la iluminación lograda al interior del espacio y el nivel de protección solar depende del grado de absorción y de la reflexión luminosa del vidrio elegido. Para mayor uso de techos el vidrio con es posible incorporar rejillas metálicas o materiales orgánicos con una capa altamente reflejante dentro de los dos vidrios. Que detienen la luz solar directa y transmite la difusa al interior del espacio.

Análisis:

Las propiedades de los materiales representan la eficiencia de la envolvente, el vidrio ha logrado muy altos niveles de eficiencia energética además de integrar una gran variedad de colores, patrones, texturas y propiedades, el vidrio es un material reciclable que ha sido utilizado de manera muy marcada en edificios de oficinas.

En la selección del vidrio de una envolvente se deberá considerar principalmente el factor de ganancia solar, el factor de sombra y los niveles de iluminación natural; estos datos son considerados en los cálculos para el sistema de aire acondicionado.

La selección de materiales en la envolvente también debe considerar los impactos que producen estos al medio ambiente, desde su extracción, proceso de producción, manufactura, transporte, instalación y mantenimiento.

²⁹ Skins for buildings, the Architect's materials simple book, Ine ter Borch, Bispublishers 2004



2.8 La quinta fachada

“En este espacio se detiene el tiempo, respiro, puedo oler la humedad y las flores, puedo sentir el viento y el calor del sol, puedo detenerme un momento a observar lo que me rodea, a pensar, imaginar, relajarme y soñar que la ciudad puede ser un gran jardín que se ha trepado a los edificios para alcanzarme”.



Edificio de oficinas en Japón con 100% roof garden en azotea
Roppongi Hills, Tokio Japan, 143,000.00sq ft roof garden

El desarrollo urbano de las grandes ciudades ha afectado las áreas verdes. El asfalto, concreto, carreteras, lotes de estacionamientos y edificios cubren más del 70% de las áreas verdes en las ciudades. Las superficies verdes son los pulmones de las ciudades, son soporte del hábitat y la salud del ser humano; con el objetivo de obtener un equilibrio en el ecosistema urbano las ciudades requieren recuperar estos espacios, pero muchas veces las áreas verdes no son económicamente atractivas o rentables ni generan beneficios económicos para los inversionistas., lo que las hace ser consideradas en último plano o son preferidos los helipuertos.

Un medio de ofrecer a las ciudades espacios verdes es por medio de las azoteas “quinta fachada”, con la implementación de “roof gardens” que son espacios verdes de vegetación baja de aproximadamente 15 a 30 centímetros de altura, los sistemas que se desarrollan hoy día son de



sistemas en fachadas

bajo mantenimiento, las especies de plantas o flores que se pueden implementar son muy variadas e incluso algunos árboles se pueden integrar a estos espacios.

Los “roof gardens” tuvieron sus inicios en Alemania en los años 1970's y en el siglo 21 la quinta fachada se ha transformado en un importante elemento para la arquitectura bioclimática, que ayuda a resolver problemas ambientales dentro de las grandes ciudades, al implementar roof gardens se recupera área verde, se disminuye el efecto isla de calor, disminuye la ganancia térmica en azoteas, se integran sistemas de captación de aguas pluviales, se ofrece un paisaje urbano verde, brinda un espacio abierto para los usuarios del edificio que les permite tener conexión con el exterior en su lugar de trabajo.

El efecto isla de calor tiene serias consecuencias para la salud del ser humano en las grandes ciudades, las altas temperaturas generan aumento en el consumo de electricidad, crea mayores niveles de contaminantes en el aire y aumenta enfermedades respiratorias. Existen dos medios importantes de disminuir el efecto isla de calor que son implementando más áreas verdes o utilizando materiales reflectivos en las azoteas por lo menos en el 70% del área total de las cubiertas.



Ken Yeang integra a sus edificios no solo una fachada verde Sino también se preocupa por implementar múltiples funciones sustentables a la quinta fachada

Otro problema en la ciudad causada por las grandes áreas de pavimentos es la poca área permeable del suelo, con esto los escurrimientos de aguas pluviales pueden crear problemas con la infraestructura de alcantarillado de la ciudad generando problemas de inundaciones, contaminación además de interrumpir el ciclo hidrológico del agua; el agua de lluvia es un medio natural que nos brinda otra fuente de agua que puede ser reutilizada antes de enviarla al sistema de drenaje. Con las azoteas verdes es posible capturar agua de lluvia para su almacenamiento y utilización en el edificio, además se recupera el ciclo de evaporación del agua y crear un microclima con condiciones de humedad y temperatura diferentes.

La implementación de techos verdes regresa a la ciudad la conexión perdida con los espacios verdes y el hábitat, se recuperan pequeñas especies y el paisaje urbano, representan un nuevo

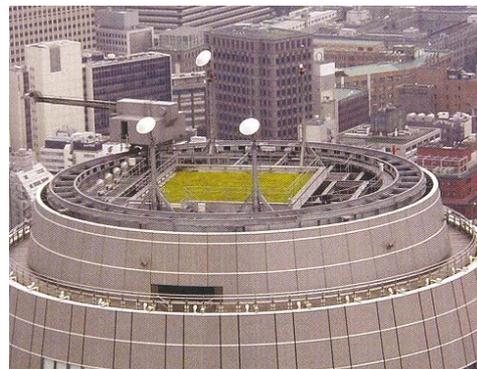


sistemas en fachadas

reto para los edificios, nueva tecnología que trabaja con la naturaleza y no contra ella, construyendo nuevas ciudades con mejor calidad de aire para el ser humano.



Edificio de uso mixto con oficinas en Japón área de techo verde de 1000,000 sf.
Fukuoka, Japan, Emilio Embaz 1995



Roof Garden en edificio de oficinas en Tokio Japón

Análisis:

En las grandes ciudades el efecto isla de calor se ha convertido en un problema que atenta contra la salud de sus habitantes, al sustituir espacios verdes por áreas pavimentadas modificamos también los ciclos naturales, el hábitat y el clima del sitio.

Los techos verdes son una herramienta potencial contra el efecto isla de calor, además de integrar a estos otras funciones sustentables como captación de agua de lluvia, recuperar el hábitat, disminuir el efecto isla de calor en las ciudades, disminuye la ganancia térmica de los edificios, disminuye el consumo de energía, brinda un espacio abierto de conexión con el exterior a los usuarios, ayuda a completar el ciclo del agua y genera nuevos pulmones a la ciudad.

La quinta fachada en pequeña y gran escala en la arquitectura ha sido olvidada cuando representa una superficie de diseño con grandes oportunidades de diseño sustentable.



CAPITULO III

3. APORTACION INTERNACIONAL

Se han seleccionado arquitectos y obras internacionales que aportan criterios y tecnologías importantes en cuanto a la solución de fachadas se refiere, se buscaron obras con uso de oficinas y envolvente de vidrio.

3.1 Norman Foster

Torre Swiss Re Londres Inglaterra Oficinas

La Torre Swiss Re entro en servicio en 2003, cuenta con 33 pisos de oficinas, tiene una altura de 180 metros de altura, 40 áreas para comercio, un restaurante en ele nivel más alto desde donde se puede tener una vista espectacular de la ciudad. La forma de la fachada obedece a las características estrechas del sitio y para que la estructura tenga una apariencia menos “pesada” que un edificio rectangular, el diámetro inicial de su base a partir del nivel 17 el diámetro comienza a disminuir gradualmente hasta la punta. El diámetro mayor es de 57metros desplantada de dos anillos concéntricos, en general las cargas verticales se transmiten a través de la estructura interior y exterior



La forma aerodinámica de la fachada esta diseñada para reducir la presión del viento sobre la fachada y su estructura, y también permite tener diferentes presiones de viento en la envolvente que permiten manejar una ventilación natural. Seis elementos triangulares que se localizan a cada 20° de la circunferencia están cortados de la losa de largo de seis niveles formando una altura entre estos niveles de 10.50 metros de alto, lo que una ventilación natural al interior de las oficinas e iluminación en áreas mas alejadas de la fachada, también existen terrazas interiores, ventanas triangulares pueden ser abiertas para permitir el paso del viento.



sistemas en fachadas

La capa exterior de la doble fachada de vidrio consiste en un doble vidrio de 10mm de vidrio flotado en el exterior con una capa intermedia de vidrio laminado de seguridad 5+5 y una cubierta Low E., mientras que la fachada interior consiste en elementos rectangulares de vidrio laminado de seguridad 5+5 con elementos corrediza con el fin de mantenimiento y limpieza, el espacio entre las dos fachadas es de 1 a 1.5 metros, donde se localiza la estructura y persianas louvers perforados para sombra se cuenta con un sistema de persianas perforadas, la fachada ventilada reduce considerablemente el calentamiento del interior de las oficinas.

La estructura en las fachadas en las partes de la circunferencia donde no existe losa, está resuelta por medio de una estructura tubular de 200mm de diámetro a la altura de las losas de entrepiso. El área obscura de la doble fachada esta formada por una capa exterior de vidrio laminado 10 mm de espesor con una película gris y una fachada interna de vidrio laminado de 5+5mm. Las oficinas están divididas por las cavidades de ventilación (6 perimetrales a cada 20 grados). Por medio de un sistema automatizado se controla la apertura de los elementos triangulares, este sistema se ocupa más del 40% del año y permite reducir el gasto de energía con sistemas de aire acondicionado.³⁰

Commerzbank Headquarters Frankfurt Alemania por Norman Foster

Edificio de oficinas, con planta triangular de 60 metros por lado, los extremos están curvados para hacer mas eficiente el funcionamiento del edificio, los núcleos de servicios y escaleras se ubican en estas esquinas, el edificio cuenta con jardines interiores conectados por un atrio de 200 metros de altura y doce jardines interiores además de un sky garden.

La fachada interior y atrios cuentan con ventanas deslizables que están controlados por un sistema automatizado de control, las ventanas pueden ser controladas en base a las condiciones climáticas exteriores, el sistema de iluminación artificial también es regulado en base a los niveles de luz natural que son registrados a través de las ventanas, durante la noche el edificio es enfriado por medio de sistemas pasivos como la ventilación nocturna libre.



Commerzbank Headquarters
Frankfurt Alemania por Norman Foster

El edificio esta diseñado para tener ventilación natural, los sistemas mecánicos se activan en climas extremos donde los sistemas pasivos no son suficientes, los climas del sitio son extremos alcanzando hasta 35 grados centígrados en le verano.

Para conseguir un sistema de ventilación natural en un clima norte europeo, la forma de la construcción ha sido rediseñada completamente, separándose de un núcleo y una disposición del suelo que se combinan en un plano triangular alrededor del atrio central. Los ocho pisos de espacio habitable se alternan con cuatro jardines en una trama helicoidal, de manera que las ventanas interiores siempre se asoman al jardín y más allá del mismo, la ciudad.

³⁰ Detail, Zeitschrift fur Architektur Julio Agosto 2003



sistemas en fachadas

Las mamparas de vidrio que comparten estos “microclimas o invernaderos” están instaladas por todo el atrio controlando los flujos de aire interiores provocados por el viento y la flotabilidad del aire caliente; los respiraderos eléctricos se regulan para compensar las aperturas operadas manualmente y mantienen los diferenciales de presión en un índice bajo, con el fin de evitar problemas de corrientes, derivados de la apertura de puertas.

La dinámica computacional de fluidos, con siglas CDF en inglés es una influencia de la aerodinámica y herramienta esencial a la hora de facilitar la manipulación de los flujos de aire en el plano y en la sección. Los sistemas de aire acondicionado de gran escala sellando el edificio emanando aire templado y controlando la humedad se desequilibran cuando se permite a los ocupantes que abran las ventanas a su comodidad.

Durante gran parte del año en las latitudes templadas y con un aire exterior de tierra, si dicho aire es lo suficientemente limpio se puede aprovechar para mejorar las condiciones de confort del entorno, así solo el suministro de servicios calefacción y refrigeración por radiación, ventilación; calefacción y la refrigeración y control de humedad serán necesarios mediante un sistema automatizado específico para edificios.



Commerzbank Headquarters
Jardines interiores

Análisis:

Norman Foster es reconocido por integrar a sus edificios criterios de ahorro de energía, en su arquitectura se puede citar las siguientes aportaciones: sistemas automatizados de elementos en fachada, registro base de datos del clima del sitio, jardines interiores, atrios, ventilación natural, ventilación nocturna libre, diseño de fachadas con sistemas pasivos de climatización y uso de sistemas mecánicos en climas extremos, iluminación natural y control de iluminación artificial, manejo de las presiones de viento en la forma del edificio, ventanas corredizas, diseño de cavidades de ventilación, sky garden, microclimas y dinámica computacional.



Oficinas Centrales GSW.

Oficinas centrales GSW
Berlín Alemania, 1999
Diseño: Sauerbruch&Hutton
Ingeniería de fachada: Aroup Group.

El edificio está localizado en el centro de Berlín latitud norte 52.27°, la obra se concluyó en septiembre de 1999, el clima es caluroso en verano y el invierno tan o mas frío que en Inglaterra, la temperatura en invierno es de -25°C y en verano las temperaturas pueden alcanzar hasta los 35°C. Las temperaturas que se consideraron en el diseño de sus fachadas fueron de 14a.C. en invierno y 32°C en verano.

Como estrategia de ahorro de energía la ventilación natural juega aquí el papel principal, dos sistemas inteligentes controlan los niveles de confort y eficiencia energética, el edificio es ventilado de forma natural a través de las fachadas en un 70% del año, en días con vientos de baja velocidad, el aire es inducido a través de la doble fachada de vidrio y regulado por una compuerta o aleta integrado y un sistema de sombras, pueden ser operado de forma manual por cada ocupante. Es decir el sistema de control inteligente tiene la flexibilidad de operación pasiva, manual y automática.

En el travesaño de cada ventada dentro de los espacios hay un sistema de luces verdes y rojas que indica cual sistema, natural o mecánico, garantiza el ahorro de energía en ese momento, al registrarse niveles de iluminación fuera de los límites establecidos se indica o activa el cierre de persianas y el encendido y apagado de luminarias.

La planta del edificio esta formada por una ligera curva de 65 metros de longitud y 7.2 metros de ancho en los extremos y de 11 metros de ancho al centro, la altura de los entresijos es de 3,2 metros de altura, por cierto una altura baja para un edificio moderno que funciona con iluminación natural, la distribución interior es por medio de un corredor central.

Cada fachada tiene un diseño diferente regido por su orientación, la fachada este funciona como un regulador del viento, es una fachada triple de vidrio con persianas intermedias, mientras que la fachada oeste es un sistema doble que funciona de dos formas: como pantalla protectora de las perdidas de calor y como flujo térmico que induce el viento en días de baja velocidad.³¹

La fachada oeste esta compuesta por un sistema de doble vidrio interior, al que se integran ventanas que se abren por la parte superior y ventilan el interior, estas ventanas están integradas por paneles corredizos perforados al 18% de su área, este elemento controla el flujo de aire al interior del espacio, flujo que corre a través del ducto formado por la doble fachada.³²



³¹ Contemporary Windows, Amanda Baillieus, Mitchell Beazley 2003

³² Intelligent Skins, Michael Wigginton & Jude Harris, Architectural Press 2003



sistemas en fachadas

El diseño de la ventilación fue un aspecto importante que resolver en este edificio, para el sistema de enfriamiento no se basa en elementos mecánicos ya que estos solo se utilizan en días con temperaturas muy altas durante el verano.

La estrategia de ventilación es interesante particularmente por la altura del edificio, cuando las ventanas están abiertas se necesita evitar las fuertes corrientes de aire que resultan impredecibles, es por eso que en el lado oeste la fachada es una superficie intermedia de protección y forma el ducto que conduce el aire cuando la velocidad del viento es baja, este ducto también regula la velocidad del viento cuando esta es mayor, la ventilación mecánica realiza los cambios de aire cuando las ventanas requieren estar cerradas. Por otro lado, por medio del piso que funciona como una cámara plena se ventilan los espacios interiores por medio de difusores en piso divididos en tres zonas para que el ocupante pueda manipular su espacio de forma independiente, con la flexibilidad de poder seleccionar la ventilación mecánica o natural por medio de un control de pared.



Oficinas centrales GSW
Berlín Alemania, 1999

Para calentar durante el invierno es proporcionado por calefacción mecánica, la calefacción es perimetral con válvulas y termostatos independientes según el espacio, regulados a 14°C en invierno. el aire tiene retorno en el piso 22 para no tener pérdidas de calor.

La iluminación natural se logra por el diseño del espacio que es de 11 metros de ancho, lo cual permite una buena iluminación natural a pesar del bajo nivel de entrepiso. El proceso de diseño requirió de un alto nivel de comunicación y colaboración de arquitectos y de la ingeniería de fachadas, la estructura, las placas de la losa etc. finalmente la múltiple función de la envolvente requirió de varios elementos y de un trabajo en equipo.

Análisis:

Cada fachada se diseñó con diferente estrategia lo que significa un diseño de fachada más detallado, cuenta con un sistema automatizado de control de persianas, cuenta con su propia estación meteorológica, anticipa el estado del clima, genera una base de datos del funcionamiento de la fachada durante el año, el sistema central activa el sistema natural o mecánico que mejor garantice el ahorro de energía, especificación de vidrios eficientes y sistema de doble fachada, sistemas de ventilación en fachadas laterales.

Se logra ventilación natural por la envolvente 70% del año, integra compuertas, aletas, flexibilidad de operación pasiva y manual en sistemas, la forma del edificio en planta y la altura de los entrepisos también son consideradas como parte de la estrategia e induce el viento en condiciones de baja velocidad.



3.2 Ken Yeang

TR Hamzah & Yeang
Kenneth Yeang

“¿Por qué las fachadas de algunos edificios son iguales en todos sus lados, cuando el contexto meteorológico, físico y geográfico de cada fachada es distinto?”

Ken Yeang

Los edificios de Ken Yeang han sido diseñados utilizando técnicas de energía pasiva, mostrando conexión con el clima del sitio y respondiendo a la información meteorológica, edificios interactivos con bajo consumo de energía en su operación, son el resultado de inventos tecnológicos, en estructura, transporte vertical, sistemas de climatización mecánica, sistemas y materiales en fachada, telecomunicaciones, iluminación, ventilación entre otros.

Espacialmente, se busca el máximo espacio vertical con la mínima área de desplante, los objetivos comerciales aterrizan en mayor área útil rentable, en un diseño de planta tipo más el diseño exterior. Hay que conocer los objetivos comerciales del desarrollador y al mismo tiempo dar significado al edificio, con espacios agradables fuera y dentro del mismo y además tomar en cuenta otras consideraciones. Este es el objetivo que debe perseguir la arquitectura.



En el diseño de rascacielos de Ken Yeang, se ha buscado reducir costos por medio de criterios que buscan la máxima área interna vertical por medio del mínimo espesor en la envolvente, dimensiones mínimas en la estructura vertical y horizontal, ajustando las dimensiones mínimas en circulaciones verticales y la altura de entrepiso, pese a logara una eficiente área rentable y ganancias económicas, un rascacielos con consideraciones bioclimáticas si bien requiere de una mayor la inversión inicial, también promete mayor productividad en sus ocupantes, espacios saludables y ahorro de energía en su operación y esto se refleja en ganancias económicas también de un 30% a un 60% de ahorro.³³

La arquitectura de Ken Yeang parte de criterios básicos a los que nombra: configuración, orientación, diseño de fachada, protección solar, paisaje vertical, viento y ventilación; además de considerar todas las estaciones en el proceso de diseño y no solo invierno y verano.

Los criterios que reflexiona Ken Yeang en las envolventes son: el diseño urbano vertical, protección solar, diseño por viento, acceso de iluminación natural, espacios de transición integrados a la fachada, considera que la distancia del espacio más alejado de la fachada se localice a no más de ocho metros, integrando el 80% del total de área útil en esta zona, atendiendo también la relación

³³ The Skyscraper bioclimatically considered, Ken Yeang, Ed. Wiley Academy 1996.



sistemas en fachadas

de iluminación natural donde la distancia no debe exceder a dos veces y media la altura de la ventana en fachada.

Es primordial reorganizar la forma de construir y diseñar las fachadas, además de crear una nueva forma de vida interior pensada en los usuarios, ya que el arquitecto se ha encargado del diseño del edificio enfocando al aspecto exterior, dejando en manos del administrado el manejo del funcionamiento interior. Si se implantan áreas abiertas en el perímetro como áreas de transición de fachada, del interior con el exterior, con acceso a ventanas, vistas, iluminación natural, ubicando las oficinas cerradas al centro de la planta para obtener un 60% de ocupantes con acceso a estas a través de escaleras, rampas, atrios, etc., áreas donde podrán ver pasar a las estaciones y experimentar sensaciones, rompiendo con lo hermético, dando apertura a nuevas actividades.

La extensión vertical de la vegetación integrada a la envolvente al mismo tiempo que mejora el microclima, funciona como rompevientos, absorbe contaminación, contribuye a la ecología del área, disminuye la ganancia de calor, disminuye los efectos del sonido y disminuye olores.

Si bien la forma de trabajo en oficinas ha cambiado notablemente con los avances en telecomunicación cambia el funcionamiento y organización de los sitios de trabajo, así mismo deberán evolucionar los espacios de trabajo.



Elephan Castle de Ken Yeang

La ventilación natural que es el uso de airea fresco suficiente en volumen para tener cambios de aire y ventilar espacios sin el uso de medios mecánicos, favoreciendo a si la salud del usuario, el acceso del viento en envolventes dinámicas crean una ventilación saludable, confort térmico, psicológico, fisiológico y mejor calidad del aire.

Los criterios más importantes a considerar que aporta la arquitectura de Ken Yeang en el tema de sistemas de ventilación en fachadas son: la envolvente no debe ser un sello hermético, deben desarrollarse membranas permeables, ajustables, concebir a la fachada como un filtro. Integrar diferentes sistemas de ventilación en la envolvente según su altura, dividirla en tres o mas baja, media, alta y hasta mas, estos después de un análisis de túnel de viento donde se pueden determinar los efectos del viento en diferentes puntos y las zonas de alta y baja presión, considerando al mismo tiempo la orientación y condiciones con el exterior.

En oficinas mínimo se requiere cambios de aire de 13m³/hr/persona, para mejor control de la iluminación y viento el espacio más alejado de la fachada no debe exceder dos veces y media la altura de la ventana, considerar la influencia del contexto en la velocidad y dirección del viento, estudiar el flujo de aire en vialidades y calles que lo ameriten, rediseño de la estructura, dividir la



sistemas en fachadas

envolvente en zonas de alta y baja presión, plantear al inicio que ventilación se requiere y par que actividad y objetivos.

Los ductos de servicios, atrios, cubos de elevadores y escaleras no solo aportan una protección contra el calentamiento, también son entradas potenciales de ventilación natural; el diseñador deberá plantear los diferentes sistemas de ventilación como zonas de servicio y áreas de oficina.

El realizar investigación previa y simulaciones, determinaran el planteamiento y estrategia de diseño, sistema constructivo, sistema de fachada, el apoyo con información de rosas de viento del sitio es una herramienta básica para determinar del diseño de la envolvente.

La estructura que soporta la fachada y la envolvente misma requiere de especial atención en su diseño e ingeniería, es un sistema complejo que se compone de sistema de eficiencia energética, acceso a iluminación natural, control de ganancia o pérdida de calor, control de acceso de agua, integra color textura, materiales y acabados, del mismo modo es flexible al alojar otros sistemas de automatización y control; su estructura tiene la función de responder de forma dinámica a los movimientos del edificio y fácil mantenimiento.

La selección del vidrio en el sistema de fachada también requiere de la selección del sistema que lo soporta, nivel de iluminación natural, criterios de protección contra el agua, viento, sonido y fuego, aparte de la habilidad que tiene el sistema contra el deterioro causado por el clima del sitio (aire, altas temperaturas, contaminantes, lluvia acida, etc).

Existe una gran variedad de materiales con múltiples características, el vidrio es uno de los materiales mas variados que ofrece muchos colores acabados y espesores, este material tiene dos grandes clasificaciones, el flotado y de seguridad, de los cuales se deriva el vidrio laminado, templado, tintes, reflectivos, etc., incluso muchas más presentaciones en decoración e interiores, la dimensión máxima de fabricación es de hasta diez metros de largo por tres de ancho y hasta 19mm de espesor, esta información mas otros datos deben ser identificados por arquitectos para su selección.

Análisis:

Ken Yeang es pionero de la arquitectura sustentable, entre sus aportaciones a los sistemas de fachada destacan: conexión del clima del sitio con la envolvente, paisaje vertical, sistemas de ventilación e iluminación natural, la forma del edificio responde a estrategias de diseño basadas e el contexto, espacios saludables, ahorro de energía, microclimas, elementos rompevientos, la fachada funciona como un filtro, define en la fachada zonas de alta y baja presión, uso de ductos, atrios y escaleras y selección de materiales.

Se preocupa por integrar los intereses económicos del inversionista, promueve el diseño urbano vertical, considera las características de todas las estaciones del año en el proceso de diseño y no solo invierno y verano, 80% de iluminación natural en vistas de los espacios interiores, estudio de las alturas de los entresijos con la iluminación natural, control de ventanas para el 60% de los ocupantes, confort térmico psicológico y fisiológico, membranas permeables, divide la envolvente en diferentes zonas verticales, estudio del contexto y velocidad del viento en vialidades y promueve las simulaciones en el diseño esquemático.



3.3 Renzo Piano

Criterios de diseño en fachadas.

¿Por qué todas los edificios de oficinas tienen que estar herméticamente sellados y climatizados con aire acondicionado y por que todos los niveles deben de ser idénticos?, ¿por que los rascacielos tienen que tener una forma tan uniforme y no se busca otra opción de solución?; con el fin de evitar la ganancia solar y los efectos climáticos del área, se decidió diseñar las formas para el viento y no en contra de el.

Renzo Piano

El verdadero reto para proyectos de grandes estructuras es mantenerlos detalles a gran y pequeña escala de operación, temas como: sitio, contexto, clima, conectividad, iluminación, estructura, sistema de fachada, vidrio entre otros son básicos en la arquitectura



Aurora Place, Sydney Australia
Arq. Renzo Piano

El uso de la computadora y los modelos matemáticos, no se separan de la habilidad mental y manual, esto genera un proceso circular, donde se genera una idea, después un plano, después un experimento, del experimento a la construcción y después a una nueva idea, este es el círculo fundamental de un trabajo creativo.

A lo largo del trabajo de Renzo Piano se han desarrollado elementos que se han convertido en productos que caracterizan su arquitectura, ejemplos de estos están los recubrimientos de terracota, louvers, paredes de vidrio aislantes y el vidrio suspendido.

Renzo piano: "Cuando digo que necesito hablar, no me refiero a colegas o clientes sino a tener una comunicación con las ingenierías y científicos que trabajan con migo en el proceso de diseño, etapa donde se pueden intercambiar experiencias de diseño creativo"³⁴

En el proyecto Aurora place, para manejar el impacto visual que pueden ocasionar la envolvente de edificios altos, Renzo Piano reduce este impacto sobre todo en la fachada mas larga, y fue diseñada transparente en los niveles inferiores con la idea de hacerlo invisible, a este efecto Renzo Piano lo llama desmaterialización, este efecto busca mostrar al observador una vista clara al interior del edificios con la menor obstrucción o distracción posible.

³⁴ Aurora Place Renzo Piano Sytne, Andrew Metcalf, Ed. The Watermark Press 2001, Renzo Piano interviewed by V.M. Lampugnami.



Renzo Piano divide al edificio en cinco zonas para su estrategia de diseño:

1. nivel bajo.
2. fachada baja.
3. fachada media.
4. fachada alta.
5. cubierta.



Aurora Place , Arq. Renzo Piano, Sydney Australia

Los elementos estructurales del edificio se dividen en dos partes, la primera es la estructura propia del edificio, y la segunda es la estructura de la fachada que soporta los elementos.

La Terracota es mas que un material para Renzo, es un recubrimiento y sistema de muros, su equipo ha invertido en el este material con un desarrollo cuidadoso, con este material ha desarrollado técnicas de ensamblaje en su taller, este material se utiliza de tres maneras: primero como un revestimiento sólido en las fachadas con ranuras para sombra, segundo como una fina pantalla para cubrir los elementos mecánicos y para privacidad en los departamentos y finalmente como una lisa cubierta en las columnas.

En el edificio Aurora Place a pesar de mostrar más un vidrio blanco, esta delicada pantalla blanca da al edificio el aspecto de una vela y el uso de la terracota esta presente como un forro para los jardines de invierno de la torre, en la fachada sureste de la torre de departamentos se aprecia una interesante gama de elementos como paneles, ventanas que se pueden abrir y louvers con una flexibilidad estética y la astucia del arquitecto al utilizarlos.

La cortina de vidrio blanco translucido que protege la fachada este y oeste y consiste en paneles de vidrio que se abren, la fachada se utilizan elementos llamadas “aletas y velas”, el vidrio de la fachada esta curvo y continuo, en lo alto velas y en planta aletas, como la vela de un yate las aletas y las velas funcionan para disminuir los efectos del viento lluvia y sol en la fachada.

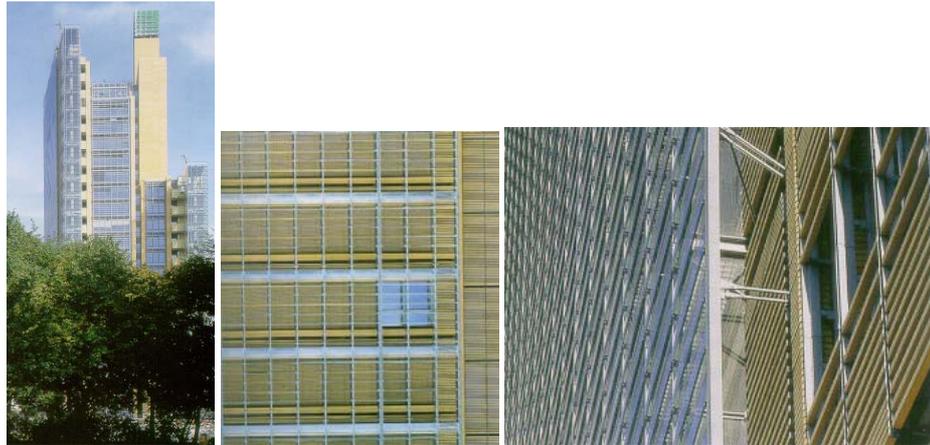
El corte oblicuo en lo alto de la fachada fue determinada por un estudio solar, con el fin de prevenir una sombra excesiva al Royal jardines botánicos ubicados en el lado opuesto a Aurora Place agregando una nueva dimensión a la forma en que se percibe una torre de oficinas, al integrar jardines que brindan un ambiente natural reafirma la idea de que las fachadas de los edificios no deben estar herméticamente selladas.

Localizadas en las esquinas noroeste y sureste con una sofisticada fachada con louvers operables este espacio permite una única comunicación con el clima de Australia permite una ventilación natural al edificio, además de tener una función de convivencia climática estos jardines permiten estar fuera de las oficinas dentro del mismo edificio.



sistemas en fachadas

Estos agradables jardines están definidos por cuatro diferentes texturas en la fachada las aletas, el uso de terracota, vidrio con paneles de louvers y el vidrio que es la interfase entre el jardín y la oficina, cada ocupante puede ajustar sus persianas y louvers de acuerdo con cada época del año esta es una fachada que trabaja, donde cada una de sus piezas no solo de vista, cada una tiene una función. Para Renzo Piano la arquitectura es una ciencia que requiere coraje y también aventura, para practicar la arquitectura es importante ver la realidad con curiosidad y ser capaz de interpretarla para poder cambiarla.



Edificio Debiis
Berlín Alemania
Diseño. Arq. Renzo Piano
Ingeniería de fachadas: Arup group

El edificio Debiis se localiza en el centro de Berlín, donde la temperatura en invierno es de -15°C y en verano de hasta 32°C ., cuenta con 170,000 metros cuadrados de oficinas, 82 metros de longitud de norte a sur aproximadamente, el ahorro de energía fue importante en el diseño del edificio, el proyecto fue otorgado por "The European Union Joule" el programa de investigación para el financiar el diseño de las fachadas, Daimler Benz evaluó el ahorro de energía y BEWAG (el proveedor de energía local) para crear una nueva planta que utilice los gastos de calor para manejar la planta de refrigeración edificio.

El edificio esta vestido de una armadura de concreto reforzado, con dos sistemas externos diferentes que depende de la orientación y de su altura, lo que los arquitectos llamaron "fachada opaca", comprende una pantalla de unidades terracota en frente de una pared convencional formada por paneles opacos altamente aislantes que proporcionan la barrera principal junto con ventanas abatibles económicas.

La fachada transparente viste la fachada oeste de la torre, las losa de concreto esta expuesto en la orilla perimetral, y actúa como absorbente de la radiación solar y como un regulador de temperatura.

Las fachadas este y sur están expuestas a la ganancia solar, a estas se integra una cortina de vidrio separada de la fachada principal 700mm, esta cortina exterior cuenta con paneles de vidrio que se pueden abatir 70° , son controladas por sensores para ventilar en temporada de calor, en invierno se cierran para crear una capa aislante; la fachada interior tiene ventanas con vidrio aislantes en la parte superior e inferior, las ventanas superiores se abren automáticamente durante la tarde y noche en verano y así ventila y elimina el aire caliente del interior.

La capa exterior de louvers de vidrio reduce la velocidad del viento en la fachada exterior principal y funcionan en módulos de series verticales, y mantiene lejos la lluvia de la fachada interior que puede estar abierta todo el tiempo, también protege a las persianas plegables dentro de la



sistemas en fachadas

cavidad, estos dan protección solar a la fachada interior que además tiene una pantalla para evitar corrientes de aire.

Solo cuando se alcanzan temperaturas mayores a 30°C se activa la ventilación mecánica, y la calefacción es con finos tubos operables con un termostato des de cada oficina, en invierno cuando las temperaturas son de 5°C. el sistema de calefacción se activa. El resultado de la estrategia de diseño predice que el 40% del año la parte alta del edificio se ventila naturalmente y el 55% en la parte media del edificio. Lo que reduce el consumo de energía en un 40%. . En invierno la ventilación funciona con los louvers cerrados funcionando como una capa que evita perdidas de calor.



Edificio Debiis
Berlín Alemania
Diseño. Arq. Renzo Piano

La iluminación natural en la fachada oeste se ahorra en un 40% . el vestíbulo es inundado de luz a través de paneles de vidrio translucidos que evita la vista directa del cielo. El edificio cuenta con un sistema de control que registra datos en tiempo real en el exterior de la fachada de esta forma controla todos los elementos como: louvers, persianas, reguladores interiores entre otros, según los datos de clima, niveles de iluminación y velocidad del viento.

Análisis:

Las aportaciones de Renzo Piano a los sistemas de fachada son: Uso de computadoras, software y modelos de energía durante el proceso de diseño, recubrimiento de terracota, louvers y vidrios aislantes, divide a la envolvente en cinco zonas para cada zona una estrategia de diseño diferente como zona baja, fachada baja, fachada media, fachada alta y cubierta, integra elementos automatizados a la envolvente, en su taller se analizan los módulos de fachada antes de especificarlos, sus edificios ahorran energía hasta en un 40%.

Promueve el intercambio de experiencias de diseño creativo, trabaja la estructura de la fachada con un diseño especial, integra invernaderos, paneles, aletas y velas, vidrio translucido y blanco, texturas y fachada opaca entre otras.

Su arquitectura se caracteriza por la experimentación y trabajo de taller donde se evalúa el funcionamiento de la envolvente por medio de simulaciones y modelos matemáticos.



3.4 Cede Central de Durr Systems



Sede Central de Durr Systems, Arq. Ingenhover Overdiek,
Ingeniería de fachada: DS plan GMBH

La idea inicial de unificar los edificios antiguos tras una fachada nueva fue descartada, en la solución definitiva en alzado del nuevo edificio incorpora los parasoles y revestimientos de aluminio que caracterizaba a los otros, con una delgada marquesina que enmarca el acceso, que queda así señalizado en el plano continuo de la fachada; la planta tiene un ancho de 21 metros y una altura de 19 metros, igual a los edificios antiguos de su contexto.

La fachada forma una envolvente continua que no se interrumpe cuando atraviesa el interior del gran vestíbulo, pasando a través de él con todos sus elementos incluyendo los de protección solar. Las cajas de la persiana están separadas 95mm del plano de fachada, rodean todo el edificio y protegen las oficinas abiertas hacia el gran espacio acristalado del vestíbulo. Las persianas de aluminio descienden por delante del antepecho hasta alcanzar las cajas inferiores, creando una nueva pantalla continua.

Algunas áreas de techo en oficina su pasillo van provistas con módulos de techo técnico, que no llegan al plano de fachada para evitar el encuentro con el vidrio. Los radiadores ubicados en los antepechos de fachada cubren los requerimientos de las oficinas tipo; para calefactor las áreas más alejadas de la fachada se recurren a una ventilación adicional. La climatización del gran espacio de vestíbulo se realiza a través de tres sistemas: un suelo activado con calefacción y enfriamiento, conveectores lineales empotrados en el suelo a lo largo de las fachadas y una línea de conveectores cada dos travesaños para evitar la caída de aire frío en la fachada.

La limpieza de la fachada se realiza desde el nivel de terreno con plataformas autos propulsados, la fachada se defiende las ganancias de calor excesivas mediante pantallas de louvers automatizados que evitan la radiación solar directa y crean una cámara ventilada delante de la piel de vidrio, y con el control de la ventilación natural mediante ventanas corredizas., este se sitúan 70 cms. Despegadas del suelo, dejando un barandal opaco por debajo del plano de trabajo, en la que se instalan los radiadores. Un barandal exterior de protección a 1 metro del suelo resuelve la escasez de altura del antepecho.



3.5 Cesar Pelli

“La arquitectura de Cesar Pelli & Associates se refiere al contexto. Creemos que la arquitectura es un arte de respuesta, una respuesta creativa artística a variables tangibles como los requisitos del cliente y las condiciones del lugar, e intangibles como la cultura y los valores de nuestro tiempos , y aun mas importante una respuesta al espíritu y cultura del sitio.

Un importante elemento definitorio de un lugar es la calidad de luz natural. Las superficies de los muros de los edificios son interpretados por la luz del sol; el color y la calidad atmosférica que son exclusivos de un lugar, aunque cambian con las estaciones y el momento del día. Este concepto de exclusividad del lugar es un elemento importante de nuestra arquitectura, De modo que los muros exteriores podían llamarse “el arte del muro o fachada” por que son los elementos exteriores de arbitraje de las relaciones entre el interior y el exterior, entre la luz natural y la luz artificial.”



Torres Patronas de Cesar Pelli.

Lawrence Ng.

Las Torres Petronas forman parte de un complejo que genera 170,000 m² de construcción, la armadura del edificio comprende un mega-armazón de concreto y acero, los componentes verticales son el núcleo y una estructura perimetral resistente que comprende 16 mega-columnas de concreto armado, el amplio y cuadrado fuste central destinado a la circulación vertical ideal para dar servicio a 12,000 trabajadores al día.

Las hileras de anchas planchas de las cornisas de aluminio reproduce la silueta escalonada común en los templos asiáticos, las ventanas están protegidas del calor mediante salientes, y existe una repisa que sobresale de la línea demarcada por el vidrio, los márgenes horizontales son iluminados desde abajo por la noche para corroborar el efecto Pagoda, la fachada a base de paneles posee ensambles que permiten que el armazón principal se module por el efecto del viento para retornar a su posición inicial posteriormente las cornisas actúan como pantallas protectoras para los ensamblajes horizontales y las hileras de parteluces se han suprimido, de manera que sus cantos en zig-zag estilizan los fustes de la torre, acentuando la forma del plano del complejo.

El edificio más alto de Mundo las Petronas en Kuala Lumpur instala ventanas hechas con Butacite® Quizás un hecho menos-conocido es que todos los 56,000 metros del cuadrado de ventanas en el edificio son de vidrio laminado DuPont™ Butacite® PVB en la capa interior el vidrio laminado fue el tipo de vidrio correcto.

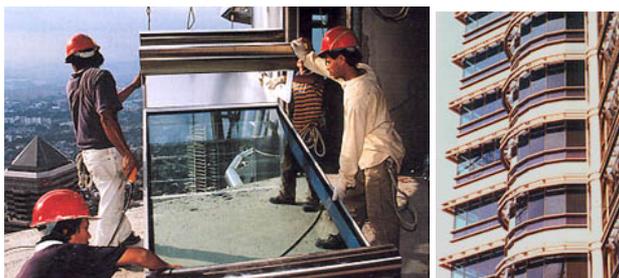
Las regulaciones del edificio en Malasia generalmente requieren que el vidriado externo en los edificios de la torre sea laminado, fue seleccionado así porque proporciona mayor seguridad, estética buenas reducción del ruido, protección de UV, contiene aditivos que absorben casi radiación de UV todo solar que puede causar deterioro de tejidos y tapicería.



sistemas en fachadas

Reduce la transmisión legítima, da una reflexión afilada limpia, y bloquea la radiación solar UV, el desarrollo de tecnologías para revestimientos en vidrio nos ha permitido a los arquitectos alcanzar un mayor grado de transparencia en fachadas de edificios sin comprometer el confort de sus ocupantes o su eficiencia energética en cuanto a acumulación térmica o iluminación.

Estas tecnologías permiten utilizar paneles de visión de gran tamaño, el vidrio laminado es un material de construcción sumamente versátil.



Instalación de fachada Torres Petronas

En el proceso de diseño de las fachadas de Canary Wharf Londres se trabajó en una estrecha colaboración con los mejores ingenieros del sector de los muros cortina: Permasteelisa, Scheldeboulw, Gartner y Seele; también Cesar Pelli mantiene conversación con Saint Gobain, Luxguard, entre muchos otros.

En el diseño actual para torre Mutua, en Madrid, se explora la posibilidad de incorporar células fotovoltaicas en la construcción de vidrio laminado, para ubicarlo en la cubierta que servirá para calentar agua. La normatividad española acaba de cambiar a partir de noviembre de 2003, todos los edificios comerciales tendrán que utilizar energía solar para obtener agua caliente, de modo que sin duda alguna, aumentará la necesidad de células fotovoltaicas incorporadas al vidrio laminado de las cubiertas de edificios.

“No solo queremos que nuestra arquitectura sea bella, también queremos que sea medio ambientalmente responsable, también se presta mayor atención al confort en los lugares de trabajo y residencia, y no solo al confort térmico, sino también al confort visual; así mismo se insiste más en la integración entre los entornos externos y los internos”. Para Pelli los arquitectos deben estar implicados en los procesos de fabricación de los materiales de construcción que va a especificar.

El equipo de Cesar Pelli visita fábricas de vidrio donde pueden ver los procesos de revestimientos cerámicos y otros materiales, con el deseo de comprender las posibilidades y las limitaciones técnicas de los materiales que utilizan. Ello también significa que como arquitectos, participamos mucho más que antes en el desarrollo de productos. También se está al tanto de nuevas tecnologías emergentes. Una ventaja es que existe una colaboración superior entre ingenieros y arquitectos sobre todo en Europa; y seguirá habiendo una mayor comunicación entre ellos implicados en la construcción de muros cortina y el vidrio.

Análisis:

Las aportaciones de Cesar Pelli a los sistemas de fachada son: selección de los materiales de la envolvente, vidrio eficiente, concepto de “el arte de la fachada”, desarrollo de nuevas tecnologías, sistemas de ventilación natural e iluminación natural.

La motivación a la visita de fábricas de vidrio y materiales con el fin de comprender las posibilidades y limitaciones en su uso. Hay que estar al pendiente siempre de las nuevas tecnologías emergentes y trabajar con mayor colaboración entre ingenieros y arquitectos.



3.6 Edificio RWE

Essen Alemania
Ingenhoven Overdiek und Partner



Arquitecto: Ingenhoven Overdiek und Partner, Dusseldorf.
Fachada: Josef Gartner and Co.
Ventilación natural usando sistema de doble fachada

Edificio de 120 metros de altura con planta circular 31 niveles de oficinas, la torre RWE fue completamente la primera en ser nombrada y reconocida como el primer edificio vertical ecológico en Europa, el edificio se ocupó en 1997³⁵.

RWE es el quinto edificio más alto en Alemania en integrar un sistema de doble fachada y un sistema de ventilación natural, el nivel superior es totalmente ventilado por su sistema de fachada, mediante elementos y perforaciones. Cuenta con BMS (building management system) que controla la iluminación y la ventilación, cuando las ventanas están abiertas los sistemas mecánicos se apagan, cuando las ventanas están cerradas se activa el sistema de aire acondicionado, cuando la velocidad del viento excede los 8 metros por segundo se cierran automáticamente las ventanas en cada oficina. Durante el verano se puede mantener una temperatura de hasta 27 grados centígrados, las compuertas localizadas en el sistema de doble fachada funcionan diferentes en verano e invierno para mantener el confort interior.

La envolvente es completamente transparente con el fin de mantener los máximos niveles de iluminación natural en el interior e incrementar los niveles de confort y rendimiento de los usuarios, el sistema de doble fachada es de 50 cms de espesor y se integra un perfil llamado "boca de pez" que permite el control de inyección y manejo del viento al interior. El sistema de fachada incluye louvers diseñados para prevenir la filtración de agua de lluvia al interior por medio de un sistema de control, ya que el sistema permite la toma de aire exterior por medio de la envolvente, también cuenta con protectores solares que absorben la radiación y ganancias de calor, la fachada exterior protege estos sistemas del viento, humedad y otros factores externos.

Análisis: Sistema de ventilación natural, máximos niveles de iluminación, fachada automatizada, louvers y se desarrolla un sistema propio "boca de pez" para la fachada, que responde a las características del sitio. Con la experimentación y trabajo con talleres, ingenieros y plantas productoras e materiales se puede llegar al diseño especial de piezas o elementos únicos que se integran al diseño de la envolvente.

³⁵ <http://skyscraperpage.com/cities/buildingID=7836>



3.7 LEED

Leadership in Energy and Environmental Design



El USGB United States Green Building Council en 1993 al percatarse del desarrollo de la industria del desarrollo sustentable inicia la implementación de sistemas de medición para edificios verdes, los miembros del USGB deciden integrar a diferentes miembros y profesionales especializados en el tema, creando el primer programa piloto LEED en 1998, después fue ajustado y finalmente es conocido como LEED Green Building Rating System For New Construction. El sistema ha madurado y hoy en día existen diferentes rating systems como: LEED New construction, LEED Core&Shell, LEED Existing buildings, LEED Commercial Interiors, LEED for homes, LEED for Neighbourhoods development.

LEED es un programa dinámico de certificación que mide los niveles de ahorro de energía de un edificio, ahorro de agua, reducción de CO₂, mejora de la calidad del aire interior, manejo de los recursos naturales y sus impactos, desarrollado por el USGBC, LEED es un sistema flexible que se puede aplicar a diferentes tipos de edificios comerciales y residenciales, este funciona durante todo el ciclo de vida del edificio, diseño, construcción, operación y mantenimiento, así como para los arrendatarios del mismo.

El sistema de medición está organizado en cinco categorías:

- 1.- Sustainable Sites
- 2.- Water Efficiency
- 3.- Energy and Atmosphere
- 4.- Materials and Resources
- 5.- Indoor Environmental Quality

Una categoría adicional es nombrada Innovation in Design, LEED es un sistema de medición para edificios de diferentes categorías y usos, también existen diferentes niveles de certificación que se pueden lograr en base a los alcances del proyecto.

El proceso de certificación LEED está creciendo notablemente a nivel internacional, nuevos productos, tecnologías están integrándose al mercado con el fin de cumplir con los criterios establecidos por LEED.³⁶

³⁶ www.usgbc.org



LEED CORE&SHELL Raiting System

La certificación LEED se logra cumpliendo con todos los prerrequisitos que se piden y el número de puntos de cada categoría en base al sistema de medición que se utilice



Es un sistema enfocado a envoltante y núcleo de servicios de un edificio, su uso es mayor en edificios de oficinas para renta donde el propietario no tiene el control total del edificio al 100%, pero al que puede implementar criterios de ahorro de energía en diferentes sistemas centrales de calefacción, ventilación, aire acondicionado, fachada, sistemas de captación de agua, tecnologías ahorradoras de agua, accesorios ahorradores de energía, etc. que permitan al futuro arrendatario continuar con la implementación de estrategias y requerimientos para un edificio sustentable.

Este sistema trabaja en complemento con LEED Commercial Interiors, LEED Core&Shell abarca: Selección del sitio, ahorro de agua en los sistemas del edificio, optimización de la energía del edificio, materiales, calidad del aire interior óptimo, todos los créditos tienen como objetivo el permitir la implementación de LEED Commercial Interiors y beneficios al arrendatario.

Niveles de certificación para Core&Shell:

Certified	23-27 puntos
Silver	28-33 puntos
Gold	34-44 puntos
Platinum	45-61 puntos

Para el 2009 el sistema de LEED tendrá ajustes en el sistema de medición, la nueva versión para el 2009 deberá ser consultada en la página del USGBC.

En la siguiente tabla se muestra el check list oficial de LEED para Core&Shell, en el se han llenado las casillas para mostrar los créditos que tienen relación con la envoltante o que de alguna manera la envoltante trabaja en conjunto con otros sistemas para lograr un beneficio en el ahorro de energía.

La envoltante está involucrada en 32 de 61 puntos, lo que representa un 50% del total de los créditos en los que puede trabajar como sistema con otros elementos para cumplir con los requerimientos y estándares de los créditos.







Las categorías en que se divide LEED y su relación con la fachada se describe a continuación:

Sitio

En LEED se da importancia a la selección del sitio, a los servicios e infraestructura con los que cuenta, conexión con medios de transporte, mejoramiento del suelo, así como a las medidas de protección del suelo durante el proceso de construcción, en esta categoría la arquitectura vertical ayuda a tener menor área de desplante y más desarrollo vertical, con esto se rescata el hábitat y se maximiza el espacio abierto, la tendencia vertical también requiere de una fachada eficiente a la que se le integren elementos que mejoren el funcionamiento y ahorro de energía del edificio.

Agua

El intento en esta categoría es el ahorro de agua por medio de diferentes estrategias como el uso de accesorios ahorradores de agua, plantas de tratamiento y tecnologías innovadoras, en este crédito por medio se puede integrar a la envolvente estrategias de captación de agua de lluvia, así como integrar en la cubierta un techo verde que permita la filtración y recolección de agua de lluvia para su utilización en sanitarios y otros servicios.

Energía

En el sistema de medición LEED es obligatorio cumplir con un ahorro de energía anual basado en costo del 14% o más, en este crédito se pueden obtener hasta un total de 10 puntos, para lograrlo se deberá cumplir con los requerimientos y estándares de ASHRAE 90.1-2004 que contempla la envolvente, sistema de aire acondicionado, ventilación y calefacción, servicio de agua caliente, sistemas de energía, iluminación y otros equipos especiales que requieran atención.

Además se requiere de un modelo de energía en el que se demuestre el ahorro requerido por LEED, existen ciertas compañías que pueden ofrecer este servicio mediante software aceptado por LEED y profesionales acreditados en el tema.

Sobre el tema de la envolvente se consideran las siguientes estrategias que ayudan al cumplimiento del crédito entre otras: porcentaje de ranuras o ventilación, techos verdes, protecciones solares, elementos de sombra, diseño de la envolvente.

Además de la envolvente se considera para el ahorro de energía supervisión especializada en LEED, control del refrigerante de los equipos de aire acondicionado, sistemas de energía renovables en el sitio, sistemas de medición y verificación del edificio e integración de energías limpias.

Recursos y materiales

En esta categoría se atiende la selección de materiales que no dañen el medio ambiente, se cuida que los recursos no contaminen durante todo su proceso de fabricación; desde su extracción hasta su instalación y mantenimiento, se promueve la reutilización de los materiales, manejo de los materiales de reciclaje, disminuir la cantidad de materiales a tiraderos y dar otra dirección para su reutilización y proceso.

De igual manera se promueve la utilización de materiales con contenidos de reciclaje, materiales de la región, materiales de cortos ciclos de producción y renovables así como la madera certificada.

La envolvente puede aportar en el cumplimiento de estos créditos con el uso de materiales de la región, a la envolvente se pueden integrar materiales que además de no dañar al medio ambiente ayuden a mejorar las condiciones térmicas del edificio.

Calidad del Aire Interior

En esta categoría la envolvente está estrechamente ligada con todos los créditos de LEED, según estudios publicados por el USGBC el ser humano ocupa el 90% de su tiempo en el interior de los edificios, razón por la cual es de suma importancia mantener niveles de calidad del aire interior aceptables, brindar al usuario niveles de confort y calidad que mantengan un ambiente saludable y mejore su rendimiento.



sistemas en fachadas

En esta categoría se requiere cumplir con los requerimientos de ASHRAE 62.1-2004 referente a la calidad del aire, promover edificios de no fumar, monitoreo del aire, incrementar la ventilación, implementación de un plan de calidad del aire durante la construcción y antes de su ocupación, especificación de materiales con bajos niveles de contaminantes, control de sistemas de iluminación y confort térmico, diseño y verificación del confort térmico y finalmente brindar vistas e iluminación natural en al menos 75% de los espacios ocupables.

En esta categoría la envolvente se relaciona con el diseño del confort térmico, ventilación, materiales no contaminantes, monitoreo del aire, vistas e iluminación natural.

Innovación y diseño

En esta categoría se obtienen hasta cinco puntos extras por integrar criterios no incluidos en el sistema y que mejoren el ahorro de energía en el edificio



EPA Headquarters Denver Colorado, office building
Edificio con certificación LEED

Análisis:

LEED se ha convertido en México en un parteaguas de la industria de la construcción, diseño e inversión en cuanto a ahorro de energía y sustentabilidad se refiere; en México existen ya proyectos con certificación LEED y varios en proceso.

En Santa Fe hasta la fecha tres proyectos están en proceso de certificación LEED.

La envolvente esta involucrada en un 50% de los créditos requeridos por LEED, y cada vez más empresas mexicanas se han involucrados seriamente en el tema, con esto la demanda de nuevos servicios y tecnologías que cumplan con los requerimientos LEED están desarrollándose y creciendo en México.

Hasta ahora el proceso de certificación se realiza directamente con el USGBC en los estados unidos, pero México también cuenta con el "México Green Building Council". Se requiere desarrollar un sistema enfocado a las necesidades de México que además permita la preparación de especialistas acreditados de manera inmediata.



CAPITULO IV

4. LAS FACHADAS EN MEXICO



Vistas de oficinas en Santa Fe

México es una de las grandes ciudades en las que se ha dado un crecimiento considerable en el desarrollo de edificios de oficinas con estándares internacionales. Diseñadores, constructores e inversionistas unen esfuerzos por crear edificios atractivos para empresas internacionales.

Sitios como Reforma, Insurgentes, Interlomas y Santa Fe se han desarrollado de edificios de oficinas de alto mercado, destacando el edificio de HSBC por lograr la certificación LEED.

Diferentes materiales y tecnologías se han implementado en estos edificios, como automatización y control, elevadores de mayor velocidad, envolventes más eficientes en los que se incluyen materiales cada vez más eficientes y que marcan una evolución en la forma de diseñar, construir e invertir en la ciudad de México.

En este capítulo se hace un análisis de las fachadas que reflejan una conciencia ecológica y que han integrado criterios de ahorro de energía, el capítulo se enfoca a edificios de oficinas y a despachos establecidos en México con tendencia vertical y líderes en la sustentabilidad en México; también se ha incluido un análisis de las ingenierías, tecnologías y materiales que se involucraron en el desarrollo de estos edificios y específicamente de las envolventes.

Esto se logra por medio de entrevistas con los diseñadores, constructores, contratistas y empresas, también con visitas a plantas y a obras.

Con este estudio se obtiene un diagnóstico, un punto de partida y medición del nivel de desarrollo en el que se encuentran estos edificios, la tecnología y los medios con que se respalda México para lograr objetivos sustentables.

Aun estamos lejos de construir una ciudad con calidad ambiental y aun más de ser una ciudad sustentable pero sin embargo en México se ha marcado ya el inicio de una nueva generación de edificios que desde su diseño conceptual implementan estrategias bioclimáticas. La forma de construir se ha desarrollado con mayor conciencia al medio ambiente.

El mayor beneficio de todo esto es la mejora de los espacios y calidad ambiental para los usuarios, que se traduce en salud, productividad y calidad emocional.



4.1 Visión Arquitectónica.

HOK México
Arq. Jean Michel Colonnier

“La fachada es la conexión al mundo exterior que permite ver los cambios del medio que la rodea, ver llover, ver el atardecer, ver las sombras, los árboles, por donde salió el sol, sentir que ya es de tarde o noche, despertar los sentidos, esto es genial, jeso es arquitectura!”

Jean Michel Colonnier



Edificio HSBC
Con certificación LEED

HOK basa los criterios de diseño en LEED, se cuenta con bibliografía propia sobre sustentabilidad de los edificios, donde se establecen las bases de diseño de la empresa, principal me existen cinco puntos que cuidar: el sitio, el agua, energía, materiales y recursos y el ambiente.

El sitio se debe biomimetizar con el individuo, es decir el flujo de energía que existe en la naturaleza no se debe romper, sino estudiar el sitio, como esta funcionando, como se relacionan elementos naturales con otros. La arquitectura vertical siempre tendrá ventajas si hablamos del impacto sobre el terreno ya que los metros cuadrados de desplante siempre serán menores.

La fachada debe proporcionar calidad por medio de la luz, el aire, el calor, además debe ser un filtro contra la calidad del aire de la ciudad, un regulador entre el interior y el exterior, sellar las fachadas en México es un error por la copia de topologías de otros países y que justifica las necesidades climatologías de esos sitios, sin embargo en México se puede justificar en los pisos altos, por protección de los efectos del viento, pero no en niveles inferiores. El clima de México tiene ventajas, los valores en cuanto a temperatura interior y exterior no son extremos, lo que permiten implementar sistemas mixtos con ventilación natural; no hay que enfriar el aire, si se puede tomar del exterior, por que bajar temperaturas si se puede intercambiar con el exterior, por medio de jardines y otros recursos naturales muy sencillos, con ventanas operables en niveles altos, es decir siempre debe haber un contacto del hombre con su propia naturaleza, la fachada es este intermediario del espacio interior.

Estos sistemas bioclimáticos arrojan un costo mayor de obra al principio por que la recuperación viene después, el ahorro de energía se da en la operación del edificio, en edificios de oficina en especial los metros cuadrados rentables juegan un papel importante para los constructores, así que es más factible esta inversión hablando económicamente es en edificios de habitación donde



sistemas en fachadas

es más factible el acceso a áreas verdes. Los macizos en fachada han desaparecido en México, ya que es más barato un metro cuadrado de vidrio que un muro de tabique, con mecanismos horizontales o geometría se puede lograr muchos beneficios a través de las fachadas, los sistemas deben ser flexibles, una fachada debe ser muy flexible el sistema que tenga debe ser bien estudiado, en una fachada de cien metros de altura el volumen es lo que importa no el detalle ya que un mal diseño es muy difícil recuperarlo.

La estructura que la soporta debe ser muy cuidada, por que la fachada es completamente independiente, debe “flotar” de la estructura debe ser flexible y dinámica, por eso es importante tener contacto con la empresa que construye y monta la fachada.

La fachada es la conexión al mundo exterior que permite ver los cambios del medio que la rodea, ver llover, ver el atardecer, ver las sombras, los árboles, por donde salió el sol, sentir que ya es de tarde o noche, despertar los sentidos, esto es genial “esto es arquitectura”.³⁷

Las fachadas de HSBC tienen siete tipos de vidrios, la empresa Integra Diseño y fue la primera obra donde se hace la puesta en marcha de este sistema en México, sistema que logran cumplir con las exigencias de otros países, además una importante característica del sistema es su flexibilidad y fácil montaje a base de placas de acero y perfiles de aluminio, básicamente la fachada está “flotando” de la estructura por medio de un sistema de tornillos y un soporte flexible en fachada que permite mayor control en el trazo, niveles, plomos y montaje.



Foto: montaje de fachada en Edificio HSBC
Proyecto: HOK México
Ingeniería de fachada: Integra diseño y Construcción, S.A. de C. V.

Análisis:

Las aportaciones en el diseño arquitectónico son la integración de LEED en el proceso de diseño, no romper el flujo de energía que existe entre el medio natural y el usuario, crear una envolvente flexible, no perder el contacto sensorial del usuario con su exterior por medio de la fachada.

Considerar que México no tiene climas extremos en el que los sistemas de fachada tengan que ser tan complejos, biomimetizar el sitio con el individuo e intercambiar con el medio exterior por medio de la arquitectura.

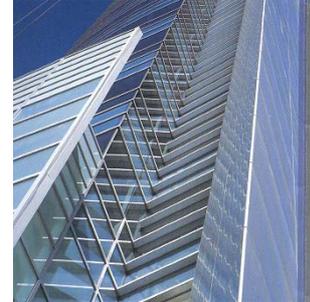
³⁷ Entrevista con Arq. Jean Michel Colonnier, Agosto 2005



Edmonds International

“Existen tres factores importantes que determinan el diseño de la fachada, los factores naturales como contexto, orientación, efectos del sol, factores económicos que determinan el sistema constructivo y la inversión.”

Arq. Michael Edmonds.



Torre World Plaza Santa Fe
Edmonds Internacional 2005

Cuando diseñamos un edificio después de un intenso trabajo donde se resuelve el funcionamiento del edificio, se analiza la estrategia de diseño de la fachada.

Un factor importante que tomar en cuenta es determinar un módulo de fachada, es decir el ancho de este módulo, analizando el tiempo de ejecución los costos de instalación y del mismo sistema, se busca una medida en la que se aproveche al máximo la hoja de vidrio y evitar desperdicios.

La estrategia para el diseño de la envolvente primero esta en determinar las vistas, detectar las vistas “buenas y malas”, lo que determinara una envolvente transparente, translúcida o sólida, de algunas vistas se puede aprovechar la iluminación y evitar las vistas malas por medio de elementos translucidos, es así que se determinan las combinaciones de sólido con vanos o translucidos y transparentes. También es importante considerar los factores naturales como el efecto del sol sobre la fachada. En el proceso de diseño se visualiza el sistema constructivo, si es prefabricado o hecho en obra, etc.

Existen tres factores importantes que determinan el diseño de la fachada, los factores naturales como contexto, orientación, efectos del sol, factores económicos que determinan el sistema constructivo y la inversión y finalmente el factor humano.

Al determinar la fachada principal, es decir la cara del edificio, es importante conocer la inversión para la envolvente y el sistema constructivo, para determinar los tipos de vidrio y materiales, cuidando siempre la integración total y equilibrio de la envolvente, se cuida mucho la selección del vidrio, por que es este el que tiene funciones térmica y acústicas, es el material en la fachada que esta trabajando, y es lo primero que se selecciona, existe una gran variedad de vidrio en forma y presentaciones, el vidrio ahora tiene muchos beneficios en cuanto a sus propiedades.³⁸



Park Plaza Santa Fe
Edmonds Internacional 2007

³⁸ Entrevista con Arq. Michel Edmonds Agosto 2005



sistemas en fachadas



Torre World Plaza Santa Fe.
Instalación de fachada: Integra Diseño y construcción, S. A. de C.V.

En México requiere más fuerza en la visión de inversión a largo plazo, la “cultura a largo plazo” en México es muy joven, donde la inversión es alta al principio pero se recupera a largo plazo con el ahorro de energía o el costo de operación de un edificio en su tiempo de vida útil.

El mercado y la competencia es lo que ha impulsado innovaciones en la construcción, es decir el estar un paso adelante y ofrecer un beneficio extra y es lo que lo hace rentable a un edificio sobre los demás y lo que marca una diferencia a favor en el mercado. Este es el camino que sigue México y por donde se pueden implementar nuevas tecnologías de ahorro de energía, mientras nuevos sistemas puedan demostrar su beneficio económico serán aceptados rápidamente.

Por ejemplo el sistema de vidrio doble, hace diez años nadie utilizaba este tipo de vidrio pero en cuanto se detectaron sus beneficios fue implementado rápidamente en el mercado de la construcción, la competencia del mercado es lo que esta marcando la innovación en los edificios.

En el despacho se esta implementando en todos los proyectos los criterios y estrategias para cumplir con la certificación de LEED, hablando de fachadas podemos decir que son un elemento importantísimo para el ahorro de energía en el que debemos ser cuidadosos en la selección de los materiales y en las estrategias de diseño que trabajen en conjunto con esta para lograr mayores beneficios.

Análisis:

Tres factores importantes se consideran en el diseño de la envolvente y son los factores naturales, económicos y el sistema constructivos.

Definir vistas desde el edificio para determinar envolventes transparentes o sólidas, considerar costos de instalación.

Integrar Leed desde el diseño conceptual

Considerar la cultura de la inversión a largo plazo

Trabajar desde el diseño conceptual con la ingeniería en fachadas.



sistemas en fachadas

Picciotto Arquitectos

“La arquitectura tiene el gran reto de entender el cambio climático, desarrollando sistemas de fachada más complejos con mas capacidad de aislamiento y protección solar, una envolvente viva que trabaje como parte del edificio.”

Arq. José Picciotto Cherem



Insurgente 553

Arq. José Picciotto Cherem
foto: Víctor Roldan

La sustentabilidad es un tema que por mucho tiempo fue un tema que se ve, pero no se toca, ahora no es una moda y se convierte en un tema importante, la arquitectura voltea a ver que existe la naturaleza y que existen elementos en ella que son herramientas de diseño para brindar confort y seguridad en el hábitat del ser humano. Si observamos un paisaje con árboles, luz entre sus ramas, podemos ver la lógica de la naturaleza, y así la lógica de los elementos constructivos. La luz como todos los elementos naturales no se cobran, la luz se puede meter al espacio que uno quiera, con ele vidrio se logra esto. El vidrio no es un material aislado, sino un elemento que se integra a un todo o sistema, el vidrio es reciclable por lo tanto podemos tener fachadas reciclables.

La sustentabilidad es un actitud, entre más se gane es mejor, no hay edificios cien por ciento sustentables, pero esa es la meta es importante los materiales reciclables, biodegradables, renovables, el vidrio es un material renovable, mientras que el aluminio a pesar de ser reciclable el costo y la energía en su producción es muy elevada, hay que reinventar el material.

Las formas de la envolvente no son gratuitas, no son formas que obedecen a caprichos si no que obedecen al sol y a otros elementos físicos del sitio.

Las formas caprichosas resultado de una estética es diferente al resultado que responde a características climáticas, ¡no mas caprichos!³⁹

El hotel fiesta Inn Insurgentes, es un edificio de oficinas y hotel, los niveles superiores son oficinas ambas áreas tiene un atrio que funciona como efecto chimenea y se apoya de un equipo mecánico cuando es necesario, para este edificio las simulaciones térmicas, solares y de iluminación definieron el proyecto, logrando una eficiencia por fachada, por orientación y tipo de vidrio.

En este edificio la planta se divide en zonas de acuerdo a su calentamiento, por lo general los cálculos del aire toman todo igual y consideran el dato o fachada extrema y todo se calcula igual en este proyecto dividimos en diferentes áreas, y cada área se resolvió diferente; este criterio logra esto representa un ahorro en el gasto de aire acondicionado ya que las toneladas de refrigeración son mucho menores y además se ahorra en la operación del edificio gracias al sistema de fachada.



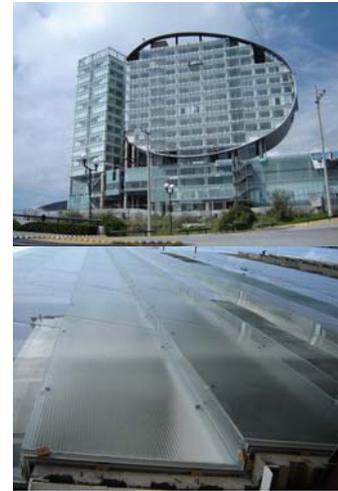
Hotel Fiesta Inn Santa Fe
Arq. José Picciotto Cherem

³⁹ Seminario Hacia un Desarrollo Sostenible en la Edificación, Conferencia “Green Buildings” Arq. José Picciotto Cherem, Diciembre 2005.



sistemas en fachadas

En Fiesta Inn Insurgentes la fachada del hotel se envuelve con un cristal laminado 4+4 con serigrafía que brinda privacidad y sombra al interior, las curvas visibles responden al área de visión, el diseño gráfico en la fachada da continuidad en la envolvente que se degrada hasta lo más alto y rompen con lo cuadrado. Los parasoles concepto aerodinámico son de membrana de teflón, en las fachadas el sur, la fachada poniente se resuelve en lo más posible con vidrio de diferentes propiedades térmicas. Es importante considerar la inversión destinada a las fachadas, pero más importante es saber que la tecnología es la forma de hacer las cosas, y los arquitectos tenemos que dar soluciones creativas cuando hay que adaptarse a un presupuesto.



Hotel Fiesta Inn Santa Fe
Arq. José Picciotto Cherem

Por ejemplo en el hotel fiesta In Santa Fe, la fachada es muy transparente sin manguetas de aluminio visibles al exterior, la disposición del vidrio en escamas o dentado es para romper con lo plano del volumen, en este proyecto el ducto del elevador sirve para ventilar los pasillos de servicio del edificio, es importante romper las inercias, no hay que hacer siempre lo mismo, hay que utilizar las herramientas de la naturaleza para lograr confort y nuevos sistemas, hay que hacerlas cosas de diferente forma.

Por otro lado en el proyecto de Plaza Cenit en Arquímedes Col. Polanco se utilizó para aislar muros de block hueco al que se integraron perlas para aislamiento, y una cámara de aire, también se analizó el confort psicológico en un área de trabajo, el elevador funciona como tiro de aire y amortiguador térmico en la fachada poniente; en el edificio que ahora ocupa la secretaria de energía esta en proceso de certificación con la NOM-008, las fachadas tiene un juego de parasoles verticales. Mientras que en el edificio Plaza Insurgente se diseñó un edificio de esquina con efecto chimenea, es decir, durante el día los materiales ganan calor y en la noche el edificio se enfría, así que aprovechamos la temperatura exterior de la mañana para “barrer el edificio” antes de iniciar las horas de trabajo, para crear en los espacios un clima de confort, de esta forma disminuye el uso del aire acondicionado. Estamos ocupando el viento como un medio importante para enfriar y ventilar el edificio, una limitante en la ciudad de México es la contaminación, sin esta limitante todos los edificios se podrían ventilar naturalmente.

En México la arquitectura verde no responde al reglamento, apoyo gubernamental ni mucho menos de conciencia, sino un principio de mercadotecnia ligado al mercado inmobiliario, a la oferta y demanda de una competencia en la que los edificios ofrecen cada vez más elementos atractivos al mercado.

Análisis:

Crear una envolvente viva, dividir la planta en zonas de acuerdo a su calentamiento, así mismo se resuelve cada área de forma diferente, considerar la inversión que se tiene destinada a las fachadas.

Implementar tecnologías creativas en las envolventes cuando hay que ajustarse a un presupuesto, Ocupar el viento como un medio natural importante para ventilar y enfriar el edificio aunque una limitante en México es la contaminación.

Utilizar los elementos de la naturaleza para crear confort.



sistemas en fachadas

ARDITTI + RTD Arquitectos

“Las tres vanguardias para el despacho de Arditti +RTD Arquitectos son la corriente americana de la que se toma la flexibilidad, la japonesa por su propuesta estructural y la europea por la conciencia ecológica.

Hoy se viven en un planeta amenazado por el calentamiento global, en el caso del edificio de telefónica los criterios para ahorro de energía son la orientación, el sistema de sombreado y terrazas en la fachada.”

ARDITTI Arquitectos



Edificio Telefónica Santa Fe
Arditti + RTD Arquitectos

Para el edificio de telefónica no hubo una aspiración formal en algún objeto, pero si en la búsqueda de un óptimo funcionamiento, el lugar y el contexto también determinan el concepto del edificio, con estos parámetros la gran libertad de diseño se inicia la búsqueda de elementos diferentes, interesantes con los que experimentar para después determinar que funciona mejor, pero sobre todo la creatividad es quien da las soluciones y la forma de hacer la arquitectura la cual va madurando con el tiempo. El edificio se ubica en Santa Fe, sobre una superficie de 4,341m², con una superficie total construida de 62,833m² la torre cuenta con 18 niveles de oficina lobby y 10 sótanos de estacionamientos, los entresijos en niveles de oficinas son de 4.88m, el ultimo nivel de oficina se encuentra en el nivel +90.68 y la altura total del edificio a partir del nivel de la calle es de 112m.⁴⁰

Las tres vanguardias que para el despacho de Arditti+RTD Arquitectos son la corriente americana de la que se toma la flexibilidad, la japonesa por su propuesta estructural y la europea por la conciencia ecológica. Con la correcta orientación del edificio integrado al sistema de fachada logran un ahorro de energía en el funcionamiento del edificio, la fachada suroeste es la más crítica y la que reciba mayor radiación solar, para esto se utilizó el módulo de servicios para bloquear este efecto, la fachada noroeste es la que cuenta con doble acristalamiento.

Hoy se vive en un planeta amenazado por el calentamiento global, en el caso del edificio de telefónica los criterios para ahorro de energía son la orientación, el sistema de sombreado y terrazas en la fachada, sombreado natural por medio del diseño arquitectónico, el uso de las terrazas como sitio de esparcimiento para el usuario, este es un criterios psicológico que se

⁴⁰ Enlace, revista mensual, “Edificio Telefónica Movistar”, año 16 No 1 Enero 2006.



sistemas en fachadas

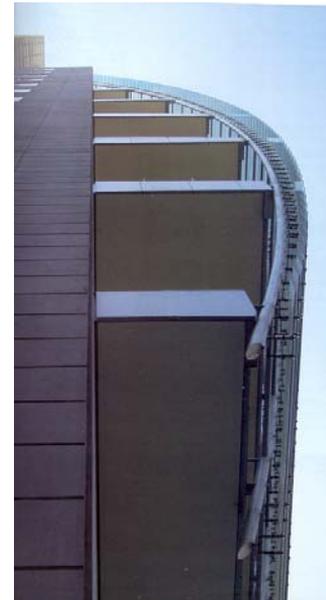
integra al diseño del edificio, el uso de cristal transparente para aprovechar al máximo el paso de la luz natural y lograr mejores niveles de confort lumínico que supera a la iluminación artificial.

Además la iluminación artificial es un factor importante en la ganancia de calor en el interior del edificio, el uso de un doble acristalamiento en fachadas con un vidrio duo-vent y película low-e que reducen la carga térmica, así mismo la altura con la que cuentan los niveles de entresijos crean espacios mas grandes con mayor volumen de aire, lo que permite un calentamiento más lento de los espacios.

En fachadas predominan pantallas de cristal templado transparente con secciones especiales de aluminio y espacios con ventilación por medio de separadores modulados, paneles metálicos, de aluminio esmaltado y cristales transparentes duo-vent de baja emisividad.”

“ Finalmente a pesar de estar nosotros de acuerdo con el concepto de transparencia, la solución para el edificio de telefónica para evitar el sobrecalentamiento y el excesivo uso de vidrio duo-vent, se reducen los vanos y se logra un equilibrio con los macizos, dejando las áreas necesarias para una iluminación natural, el resto se ocupan materiales que aíslan al edificio de la excesiva carga térmica. Estas aportaciones en conjunto generan un ahorro de energía disminuyendo el uso de aire acondicionado, iluminación artificial y energía eléctrica que ahorran costos en la operatividad del inmueble a lo largo del tiempo.

Una de las virtudes de la arquitectura latinoamericana es vivir en espacios abiertos, terrazas, patios interiores por ejemplo, es muy de México estar al aire libre, y tenemos valiosos climas en nuestro país, entre más espacio abiertos se integren al diseño arquitectónico mejor calidad de vida se esta ofreciendo, Para el edificio de Telefónica se realizó una investigación de las tipologías de edificios corporativos que consideramos más importantes, la europea, americana y japonesa y se revisó si se puede plantear en México en base a la tecnología con la que contamos, retomando estas vanguardias se llego a una nueva solución pensada para México, nuestra creatividad nos da para hacer propuestas muy interesantes. En México nos estamos tardando y existe creatividad extraordinaria, la arquitectura es una batalla que te lleva por la vida en un proceso de continuo crecimiento.”



Edificio Telefónica Santa Fe
Arditti + RTD Arquitectos

Análisis:

Considerar y aprender de las corrientes internacionales, considerar las características de la arquitectura mexicana como el vivir los espacios abiertos, los patios, las terrazas, patios interiores, es muy de México estar al aire libre y los climas del país lo permiten.

Considerar la tecnología con la que contamos y complementarla con soluciones creativas.



4.2 Visión de la Ingeniería en Fachadas.

Integra diseño y Construcción, S.A. de C. V.

Integra es una empresa Mexicana que participo en el Edificio HSBC y cumplió con los requerimientos LEED para la certificación del edificio.

“ Para la ingeniería de fachadas hay tres aspectos importantes de entrada, entender el concepto arquitectónico y la estética que se quiere lograr, establecer las características herméticas y plantear las propiedades térmicas y acústicas de la envolvente. En la ciudad de México no tenemos climas extremos, y la temperatura interior comparada con la exterior no está disparada, lo que permite, mayor flexibilidad en las propuestas de sistemas de fachada.”.

Ing. Fernando Hernández



Obra: Torre Metropól, México DF.
Diseño arquitectónico: Edmonds Internacional
Ingeniería de fachada: Integra diseño y construcción, S. A. de C.V.

Integra ha trabajado con los despachos más importantes en México, conoce las necesidades de una fachada y el proceso de diseño, lo que ha permitido involucrarse profundamente en la etapa de diseño aportando ideas y propuestas que ayudan a la creatividad arquitectónica de las fachadas.

Para la ingeniería de fachadas hay tres aspectos importantes en el diseño; primero es importante entender el concepto arquitectónico, y la estética que se quiere lograr, en segundo lugar las características herméticas, es decir nadie quiere que el agua entre a través de la fachada (el agua es un punto importante que considerar) y tercera, plantear las propiedades térmicas y acústicas de la envolvente. Una vez planteadas estas necesidades se realiza un análisis estático por efecto de viento basado en las normas técnicas complementarias del reglamento del Distrito Federal, desarrollando también un sistema constructivo para la fachada.⁴¹

Integra, en su intervención en el proceso de diseño, propone sistemas innovadores y aporta también creatividad a las soluciones, ya que cada proyecto es diferente, el sistema se diseña diferente, por ejemplo para la obra de Torre World Plaza Santa Fe se requirió de un perfil de China.

En cuanto a la propuesta termo acústica en las fachadas, esta se puede lograr de formas diferentes, la primera será aumentando la masa del material envolvente, con el uso los vidrios

⁴¹ Entrevista a Ing. Fernando Hernández , Abril 2006



sistemas en fachadas

doble termo acústicos cámara de aire o con un vidrio laminado el cual brinda una barrera acústica y de seguridad, es decir se pueden combinar sistemas para lograr el mismo efecto, de hecho algunos de ellos tienen el mismo costo, pero esto lo define el diseño arquitectónico o el cliente. Un factor importante es que en la ciudad de México no tenemos climas extremos, y la temperatura interior comparada con la exterior no está disparada, lo que permite, mayor flexibilidad en las propuestas de sistemas de fachada.

La parte interesante de diseño de un perfil y en el sistema de fachada es definitivamente la creatividad, el ingenio, la forma de proponer las cosas, esa es la herramienta principal de la ingeniería y la arquitectura.

Para el edificio que hoy ocupa HSBC en Reforma en la ciudad de México, proyecto de HOK México, se integro el uso de un sistema modular, para lograrlo se realizaron muchas pruebas antes de ponerlo en marcha, se envió un equipo a Miami para aprobara diferentes pruebas de viento y lluvia en el modulo; esto refleja un control de calidad que supera la normatividad de nuestro país y que va mas allá cumpliendo con las exigencias internacionales. Este sistema "units" ya es viejo y mucho más en Europa, es interesante mencionar que varios sistemas fueron creados para fines diferentes pero implementados a la construcción, por ejemplo el vidrio doble se creo desde la segunda guerra mundial, para los aviones, con el fin de evitar que se empañaran.



El vidrio es un material que ha tenido muchos avances en propiedades térmicas acústicas y hasta en apariencia, los vidrios serigrafados, los vidrios inteligentes etc., así que se proponen sistemas novedosos y se piensa también en el ahorro de energía, sin embargo hace falta un apoyo mayor por parte del gobierno, tal vez incentivos, apoyos o descuentos para los edificios que integren sistemas de ahorro de energía, es complicado por que el inversionista es quien hace el gasto mayor inicial y no es el quien recupera o se ve beneficiado económicamente una vez operación, la forma para que sean aceptados estos sistemas que de entrada requieren de un mayor inversión es demostrar con números el ahorro económico para quienes invierten en estos corporativos.



Edificio HSBC
Ingeniería de fachada: Integra diseño y Construcción, S.A. de C. V.

Como ejemplos interesantes en el tema esta Torre Acuario en Santa Fe, es un edificio con una solución interesante en su fachada en este proyecto se integro un vidrio inteligente para el ahorro de energía, sin embargo a pesar de llegar con propuestas nuevas es difícil poder implementarlas si no antes se demuestra con un buen planteamiento económico. En México es la creatividad y el ingenio lo que genera nuevas propuestas.



sistemas en fachadas

“ El proceso de montaje hay que cuidar mucho el sistema de fijación, sobre todo el sistema que une la fachada con la estructura, este es un detalle que aun no se soluciona de forma limpia, también hay que cuidar las esquinas de la envolvente, que es la que resulta más costosa en un sistema de fachada.

El sistema modular que se utilizó en HSBC trajo muchos beneficios ya que el control de calidad es mayor y la rapidez de montaje también lo es, con este sistema se eliminan las hamacas y con esto el riesgo de trabajar en alturas exteriores.

En la selección y montaje de perfiles en diseño de una fachada, es importante llegar a detalles exteriores que no afecten el concepto estético de la fachada, ya que los perfiles también tienen que responder a los cálculos por viento, presión y succión, también va de la mano las especificaciones y normas particulares del vidrio, pero integrando siempre personalidad e identidad propia a la envolvente.”

Ing. Héctor Flores Palma



Fabricación y montaje de Módulos de aluminio en Torre Libertad, Arq. Cesar Pelli
Integra diseño y construcción, S.A. de CV. 2007

El sistema modular implementado en HSBC, Torre Metropól y después Torre Libertad significó un paso adelante, una evolución en la instalación de fachadas, a pesar de ser un sistema ya muy conocido en otros países, ahora se tienen beneficios de rapidez en el sistema de montaje, seguridad y calidad en México y se puede considerar un punto importante de partida para implementar sistemas bioclimáticos por la flexibilidad de trabajar módulos prefabricados.

El montaje y producción de este sistema se divide en diferentes etapas iniciando en el almacén de perfiles, área de corte, armado, colocación de lámina y soportes, hechura de barrenos y colocación de vinil, la gente involucrada en la producción adquiere habilidad que va mejorando con el paso del tiempo e integrando nuevas ideas que hace más eficiente la producción y la calidad de los módulos. Etapa final consiste en integrar el vidrio al módulo, este requiere de condiciones especiales en el espacio de trabajo por el cuidado que requiere la aplicación del sello. El sistema de montaje de la fachada logra avances de casi el doble que un sistema tradicional, cada módulo requiere de cuadrillas de cinco personas y les toma cerca de cinco minutos su instalación y con una producción 65 piezas fabricadas e instaladas, a pesar de seguir evolucionando y elevando cifras, la rapidez del sistema es diferente en cada proyecto.

Análisis:

Integrar la estética con el diseño contractivo sin afectar su diseño, considerar que México no tiene climas extremos, lo que permite flexibilidad en los sistemas de fachada.

Se consideran tres aspectos importantes.

Cuidar la estética de la envolvente, cuidar la hermética de la fachada y cumplir con las propiedades térmicas y acústicas.

Se trabajan con las normas técnicas complementarias del DF “diseño por viento”

Para la certificación LEED del HSBC se implementó un sistema constructivo que permite instalar el vidrio con el marco de aluminio.



4.3 Visión de la ingeniería en Aire Acondicionado.

DYPRO, Diseño y Proyectos, S.A. de C.V.

La ubicación del proyecto, las dimensiones de la fachada, partiendo de los datos de transmisión de calor de los materiales a través de esta, el factor de sombra y el impacto solar determinan el diseño del sistema de calefacción y ventilación



Torre Mayor
Aire acondicionado: CYVSA - DYPRO, S. A. de C. V.

CYVSA es una empresa Mexicana con cincuenta años de experiencia en sistemas de calefacción y ventilación. DYPRO surge por que sabemos que un buen diseño de ventilación y calefacción y el correcto mantenimiento y operación de estos sistemas generan el confort en salud y productividad para los usuarios del edificio, así que se diseñan sistemas completos partiendo de cálculos, selección e instalación de equipos y el mantenimiento y accesoría en los sistemas instalados. DYPRO ha ejecutado proyectos en México, Europa, América Latinoamérica y el caribe, considerando normas como: AMCA, ARI, ASHRAE, ASME, CTI, EPA, NEC, NEMA, NFPA, SMCNA, AMERIC, NOM, entre otras.⁴²

Existen factores importantes de entrada que se consideran de la envolvente para el diseño de un sistema de calefacción y ventilación que son: la ubicación del proyecto, las dimensiones de la fachada, los datos de transmisión de calor de los materiales, el factor de sombra y el comportamiento solar sobre esta.

La planta se divide en dos zonas, los espacios en contacto con la envolvente y una zona interior, las áreas en contacto con la envolvente se analiza con diferentes parámetros por que reciben los efectos de los factores antes mencionados, además de considerar un análisis particular según su orientación. Esto nos lleva a reflexionar sobre la importancia de la relación de estas dos zonas en un proyecto, por ejemplo en edificios pequeños la zona en contacto con la envolvente ocupa un área mayor creando un área crítica mayor que un edificio grande donde la el porcentaje de los espacios en contacto con la envolvente es menor al área interior con una zona crítica de menor porcentaje con respecto al área total del edificio.

En México falta desarrollar más el trabajo en equipo en el diseño de edificios, aun encontramos proyectos en los que los requerimientos del sistema de aire no forman parte de la estrategia del diseño y se resuelve al final; sin embargo en proyectos internacionales esta ingeniería juega un papel muy importante e incluso determina ciertos parámetros de diseño.⁴³

⁴² "CYVSA the HVAC experts founded in 1951"2006

⁴³ Entrevista con Lic Sergio Armella, director General de CYVSA, sistemas de ventilación y calefacción Abril 2006



sistemas en fachadas

El software de cálculo HAP Programa de análisis por hora, es una herramienta para estimar cargas y diseñar sistemas, simula también el uso de energía en el edificio y calcula costos de energía, utiliza el método de función de transferencia de calor para cálculos de carga, avalado por ASHRAE. Las etapas generales del uso de HAP son: Definir el problema, reunir datos, ingreso de datos del espacio, ingreso de datos climáticos, ingreso de datos del sistema de aire, ingreso de datos de planta, generar reportes de diseño y selección de equipos.⁴⁴

Entre los resultados y reportes que genera es HAP están: Toneladas de refrigeración por área, planta, sistema y edificio, datos totales de calor sensible, fecha y hora de mayor ganancia de calor por espacio y sistema, toneladas de refrigeración por metro cuadrado, volumen de reposición de aire requerido en el espacio, resumen de ganancias por ventanas, muros, puertas, techos, equipo eléctrico, personas, infiltración, equipo eléctrico, graficas y tablas de resultados por mes y hora, incluso hasta simulación del gasto energético del edificio entre otros.



Park Plaza Santa Fe, México DF.
Diseño arquitectónico: Edmonds Internacional
Ingeniería en fachada: Integra Diseño y Construcción
Desarrolladora: ALHEL
Aire acondicionado: DYPRO, S.A. de C. V.

Análisis:

Los elementos que afectan directamente los cálculos del aire acondicionado son la orientación del edificio, su ubicación geográfica y las propiedades de los materiales de su envolvente.

La planta se divide en dos zonas generales que son la que está en contacto con la envolvente y la que queda al interior.

Los factores principales del clima que se consideran son temperatura, humedad, viento y radiación.

La ocupación del edificio, número de ocupantes, actividad, iluminación, altura de entresijos, son datos base para el cálculo del balance térmico del edificio.

En México falta trabajar más el desarrollo de proyectos en equipo, donde se pueda integrar a tiempo el diseño del aire acondicionado.

⁴⁴ Guía de Referencia Rápida del HAP, Carie Corporation, Software Systems Network, Carrier Corporation 2003



4.4 Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Viento

La fachada de los edificios se debe revisar la seguridad estructural, principalmente el efecto de la presión del viento: empujes y succiones producidas por el viento sobre la superficie de la fachada y que se transmiten al sistema estructural, se debe revisar la acción estática del viento y la dinámica cuando la estructura sea sensible a estos efectos.



Es importante que el arquitecto tenga conocimiento sobre estos métodos de cálculo y algunos conceptos, ya que se pueden convertir en plataformas de arranque para el diseño de la envolvente.

Las estructuras se Clasifican de acuerdo a su respuesta ante la acción del viento considerando los siguientes efectos:

1. Empujes y succiones estáticos
2. Fuerzas dinámicas paralelas y transversales al flujo principal, causado por turbulencia.
3. Vibraciones transversales al flujo causadas por vórtices alternantes.
4. Inestabilidad aeroelástica.

En el método simplificado estático para diseño por viento se toman en cuenta las siguientes consideraciones: coeficientes de presión, forma de la envolvente, relación altura planta, datos de velocidad del viento para propuesta de diseño, factor correctivo que toma en cuenta las condiciones locales, variación de velocidad con la altura, velocidad regional, altura gradiente, topografía y rugosidad del terreno, tipo y forma del edificio succión, ángulo de inclinación en techo, presiones interiores y área expuesta entre otras.⁴⁵

Como herramientas de diseño se pueden citar conceptos del método de cálculo y que están estrechamente relacionados al diseño arquitectónico como: tomar en cuenta las condiciones locales relativas a la topografía y a la rugosidad del terreno del contexto, la velocidad regional. Que corresponde a los datos del sitio donde se ubica el edificio, es decir la velocidad máxima del

⁴⁵ Normas técnicas complementarias para diseño por viento, Gaceta Oficial del Distrito Federal, México 6 de Octubre 2004.



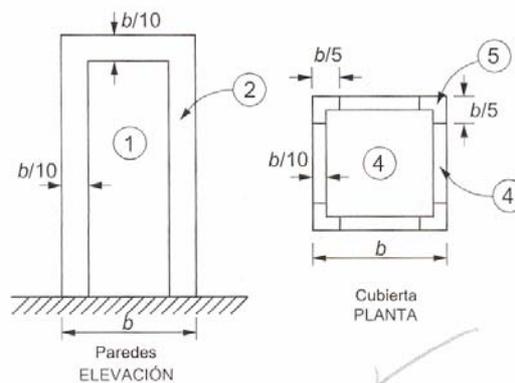
sistemas en fachadas

viento que se presenta a una altura de 10 m. sobre el lugar de desplante de la estructura en terreno plano con obstáculos aislados, considerando también la variación de la velocidad con respecto a la altura.

Para el diseño por viento la altura gradiente es la medida a partir del nivel de terreno de desplante, por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y se puede suponer constante.

Las presiones interiores se dan cuando la envolvente de un edificio cuenta con aberturas que cubran más del 30% de su superficie, donde deberá considerarse en el diseño de los elementos estructurales el efecto de presión por la penetración del viento al interior.

El área expuesta se refiere al área sobre la que actúa la presión del viento. Los elementos de una fachada tienen presiones positivas y negativas: empujes y succiones, que corresponden a la dirección más desfavorable del viento. El 10% del área expuesta de una fachada requiere de un análisis más cuidado por los efectos del viento. También debe considerarse los efectos dinámicos generales y locales de las fuerzas perpendiculares a la dirección del viento causadas por vórtices alternantes.



Coefficientes de presión para elementos de recubrimiento, en edificios mayores a 20 mts
Normas técnicas complementarias para el diseño por viento.

En la ciudad de México, las construcciones con forma geométrica irregular o inusual que la hagan sensible al efecto del viento, deberán realizar estudios en un túnel de viento en modelos, siguiendo técnicas reconocidas y deberán ser aprobados.

Análisis:

Para el cálculo por viento se considera los coeficientes de presión, forma de la envolvente, relación de altura, velocidad del viento, variación de la velocidad y ángulos de inclinación de la envolvente, zonas de presión y succión.



NOM-008-ENER

Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales.

El objetivo de la norma es limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el objetivo de disminuir el uso de energía que consumen los sistemas de enfriamiento. Esta norma aplica a edificios nuevos y existentes.

La NOM 008 es de suma importancia ya que esta es la única en México relacionada con la envolvente del edificio y el ahorro de energía, es una norma reciente que está dando los primeros frutos en su aplicación.

En México la secretaría de energía a través de la comisión nacional para el ahorro energético CONAE, dependencia encargada de la elaboración de normas para fomentar el ahorro de energía, surge la NOM008 que tiene una aplicación a nivel nacional.

La NOM-008-ENER es emitida por la secretaría de energía, por conducto de la CONAE, desarrollada por el comité consultivo Nacional de Normalización para la preservación y uso racional de los recursos energéticos, organismo presidido por el director General de la comisión nacional del agua para el ahorro de energía.⁴⁶

La normalización para la eficiencia energética en edificios está encaminada a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía, en México el mayor consumo de energía en las edificaciones es por concepto de equipos de aire acondicionado durante las épocas de mayor calor. La ganancia por radiación solar es la fuente más importante a controlar, lo cual se logra con un diseño adecuado de la envolvente.⁴⁷

En el método de cálculo para cumplir esta norma consiste en realizar un cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, este con respecto a un edificio de referencia. Para cumplir con la norma, la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado debe ser menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia. Se entiende como edificio de referencia aquel que conservando la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación que el edificio proyectado, considera las siguientes especificaciones para las componentes de las envolventes:

Este cálculo se puede realizar por medio del software que CONAE emite vía Internet, para después realizar un reporte de resultados de esta forma se incorpora una etiqueta que proporcione a los reflejos una relación de las ganancias de calor del edificio proyectado con respecto al edificio de referencia.

Algunos de los conceptos que se citan en esta norma son:

La Temperatura equivalente que es el promedio de temperatura ambiente que la superficie del edificio observa a lo largo del periodo de uso de sistemas de enfriamiento, concepto desarrollado por el DR. Joe Huang.

⁴⁶ Normalización energética en las edificaciones, Análisis de la Nom-008-Ener, Ivonne Santiago Cruz, Tesis de maestría en arquitectura UNAM.

⁴⁷ Norma oficial mexicana NOM-008-ENER-2001 Diario Oficial Miércoles 25 de Abril de 2001



sistemas en fachadas

La ganancia solar a través de las ventanas que es un factor importante que influye en el calentamiento del edificio, “la ganancia de calor aumenta al tener un área de ventana mayor, y que cuando la pared tiene 40% de su superficie en ventana, el consumo de energía varía entre 17% y 25% dependiendo de las coordenadas geográficas”

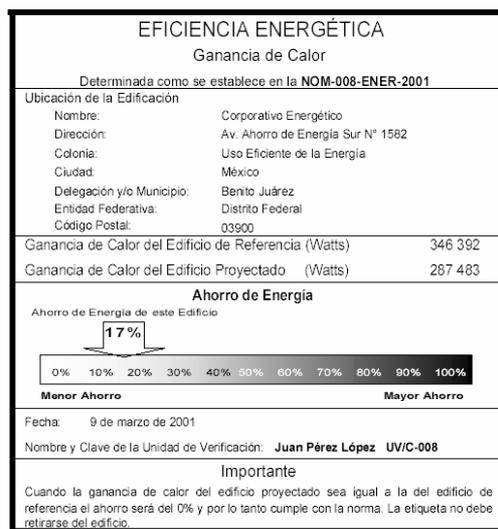
El Factor de sombra. Es la radiación solar directa es modificada por coeficientes de sombreado y factor de correcciones por uso de sombras externas de los dispositivos de ventanas. La envolvente para esta norma reclasifica de la siguiente manera:

Techo.- desde 0° y hasta 45° - opaco transparente

Pared.- Mayor a 45° y hasta 135°. Opaca transparente

Superficie inferior.- mayor a 135° y hasta 180° - opaca transparente

Piso.- generalmente 180° , también se consideran los pisos inclinados- opaco.



Etiqueta donde se determina el ahorro de energía de un edificio, en base a la Norma NOM-008-ENER.

Análisis:

El objetivo es limitar la ganancia de calor en los edificios, es una norma Mexicana relacionada con la envolvente de los edificios.

En el método de cálculo para cumplir esta norma consiste en realizar un cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, este con respecto a un edificio de referencia por medio del software proporcionado por CONAE y que se puede bajar de la página web.

CONAE proporciona una etiqueta al edificio donde se refleja el porcentaje de energía que ahorra el edificio.



4.5 El papel del Vidrio y Aluminio en las fachadas en México.

VALSA, S.A. de C. V **Planta México DF.** **Perfiles de Aluminio.**



En la ciudad de México los materiales que predominan en las fachadas son el vidrio y aluminio y es importante tomar en cuenta la tecnología con la que se cuenta y las empresas que se desarrollan en este ramo, VALSA, S.A. de C. V. es una empresa que fabrica perfiles de aluminio y es una de las dos más importantes plantas en la república Mexicana que provee perfiles para fachadas.



Existe una línea comercial en perfiles y una línea exclusiva para los requerimientos de cada empresa y proyecto, en estos casos se diseña un dado con el perfil requerido de uso exclusivo de la empresa que así lo requirió. El dado se hace en un acero especial que permite cierta deformación o flexibilidad el molde y se diseña tomando en cuenta esta deformación, un dado puede tardar en fabricarse hasta tres semanas, y se fabrica con máquinas que trabajan a choro de agua o con hilos de acero que cortan bajo agua, dirigidos por computadora.



Proceso de fabricación de perfiles de aluminio
Planta VALSA, S.A. de C.V
Foto: Gloria Vargas

El proceso de fabricación parte del manejo de la materia prima, la barra de aluminio que es de 7" y 8" de diámetro y una longitud de seis metros, la cual inicia con un precalentamiento a 800° F. y 1200 toneladas de presión, proceso al se somete el dado de manera independiente. La máquina que después recibe la materia prima corta la barra en tramos calculados para cubrir los metros lineales de perfil requerido, en el siguiente proceso de calentamiento a 800° F al aluminio adquiere una consistencia de plastilina que se hace pasar por el dado convirtiéndose en un perfil de aluminio que puede medir hasta 52 ml. al salir de este proceso.

Los perfiles son cortados a la medida requerida y se estiran un 0.3% de su longitud para quitar las deformaciones u ondulaciones, hasta aquí el perfil no tiene dureza, por lo que es muy sencillo deformar o doblar un tramo al aplicar una fuerza con las manos por lo que se introducen después en una cámara a 350° F durante seis días, proceso donde adquieren su dureza, para finalmente ser empacados, seleccionados y clasificados. La planta de VALSA cuenta con tres grupos de maquinarias que realizan el mismo proceso.⁴⁸

⁴⁸ Visita a planta de Aluminio VALSA, S.A. DE C.V. México Agosto 2005



vista general del área de maniobra para los perfiles
VALSA, S.A, de C.V

Esto da una visión de la flexibilidad tan abierta de diseño de un perfil para un elemento en fachada, a pesar de ser el aluminio uno de los materiales mas contaminantes, se pueden explotar mas las posibilidades de diseño de perfiles, implementando nuevos sistemas que permitan ventilación en las fachadas o un trabajo en equipo con los sistemas de aire acondicionado.

SAINT GOBAIN Planta Cuernavaca, México Vidrio.

Los sistemas de fachadas el vidrio ha jugado un papel muy importante, por su transparencia, el enlace visual del interior con el exterior, que permite el paso de la luz y brinda protección, también juega un papel estructural de protección contra fuego y ruido. Para una envolvente las características térmicas y acústicas del vidrio tienen un valor muy importante por lo que es necesario conocer sus propiedades.

El vidrio se ocupo en sus inicios en espacios públicos de gran escala, principalmente y al surgir la ventana como elemento separador del interior con el exterior y enfocar la luz como elemento natural de los más importantes. Después el acero y el vidrio tienen una evolución constructiva que permite tener un piel diferente de la estructura o independiente que son los principios del muro cortina.



Planta de vidrio Saint Gobain México

Proceso de fabricación

El proceso inicia con una mezcla vitrificable a la que se le agrega vidrio pulverizado, hay tres etapas en el horno de fusión, primero se funde la materia a 1550°C, después el afinado consiste en eliminar las burbujas de aire y el condicionamiento térmico, donde el vidrio se enfría y toma la consistencia optima para trabajarlo, el vidrio liquido se vierte en estaño fundido a 1000°C



sistemas en fachadas

aproximadamente, el vidrio es menos denso que el estaño, por esta razón el vidrio flota sobre este, la superficie del estaño pule una de las caras del vidrio y el fuego la otra, posteriormente, al salir del baño de estaño el vidrio pasa por proceso de enfriamiento y verificación láser final. Por último se corta en diferentes medidas.⁴⁹

La producción del vidrio se destina en un 30% para Arquitectura, 20% para bebidas y comida, 14% para industria automotriz. Del primer dato para la arquitectura residencial un 21% y 27% para arquitectura comercial, para el transporte 27% y para la industria 25%.⁵⁰

La ganancia de calor en la fachada de vidrio

La ganancia de calor en el vidrio se da de tres formas, conducción, convección y radiación. La conducción se refiere a la transferencia de calor de un átomo a otro sin haber una transferencia de masa, la convección se produce como consecuencia del movimiento de masa que experimentan los fluidos. Por otro lado la radiación térmica se produce como consecuencia de la excitación térmica a la que son sometidos, la radiación es emitida en todas las direcciones sin necesidad de algún medio de transporte, la intensidad depende de la fuente emisora de calor y la naturaleza del elemento que la recibe; el elemento receptor por su parte absorbe esta energía, la emite y la refleja.

La reflectancia se refiere a la propiedad de una superficie para reflejar cierto porcentaje de energía recibida, la absorptancia es la energía que no es transmitida a través de un material o reflejada, mas bien es la energía que captura el material y se transforma en calor, con esto se define la emitancia como la capacidad del material para radiar la energía que ha capturado.⁵¹

Enfocando estos efectos a la envolvente de vidrio se derivan varios conceptos a considerar en la selección de un vidrio en la fachada.



El factor solar “g” de un vidrio es la relación entre la energía total que entra a un espacio a través del vidrio y la energía incidente, donde la energía total se define como la energía que entra por transmisión mas la emitida por el vidrio al espacio interior, cuando mas bajo es el factor solar, menor son las radiaciones solares, el calculo del factor considera el sol en un plano vertical a la fachada a una altura de 30° arriba del horizonte y la temperatura ambiente exterior e interior entre otros.

La emisividad es una característica de la superficie del vidrio y otros elementos, mientras mas baja es la emisividad, mas baja es la transferencia de calor, la emisividad normal de un vidrio es de 0.84, que significa que emite el 84% de la energía del objeto al interior, y al utilizar una capa de baja emisividad este valor puede ser inferior hasta de 0.10.

El coeficiente “U” representa la corriente de calor que atraviesa un metro cuadrado de pared para una diferencia de temperatura de 1° entre el interior y el exterior de un elemento, expresa los

⁴⁹ Manual del vidrio, Saint Gobain Glass México. Plazola editores 2002

⁵⁰ Green Buildings, conferencia Arq. José Piccotto

⁵¹ Window Systems for High Performance Buildings, Carmondy Selkowitz Lee Ed. Norton 2004



sistemas en fachadas

valores de transferencia térmica a través de una pared por conducción, convección y radiación, se maneja en unidades de W/m^2K , mientras más pequeño es el coeficiente "U" más bajas son las pérdidas térmicas, para mejorar este coeficiente en el vidrio se recurre al doble acristalamiento con una capa de aire, gas argón o kriptón, con esto se disminuye los intercambios térmicos por convección al aprovechar la baja conductividad térmica del aire. El valor "U" de un vidrio claro de 6mm es de $5.7 W/(m^2.K)$.⁵²

La transmitancia visible es una propiedad óptica en el vidrio que indica la cantidad de luz visible a través del vidrio. La transmitancia se refiere al porcentaje de radiación solar que puede pasar a través del vidrio. Esta propiedad puede ser definida por diferentes tipos de energía o luz como: transmisión de luz visible, transmisión UV o transmitancia solar total y de energía. Las nuevas tecnologías en el vidrio pueden manejar diferentes rangos de estas características por medio de su proceso químico o agregando capas o películas de protección.⁵³

El calor específico del vidrio y otros materiales es una característica que manifiesta la facilidad para aumentar o disminuir su temperatura inicial, es decir es la cantidad de calor que se necesita suministrar a 1kg del material para aumentar 1° su temperatura.

La orientación ideal de un edificio es aquella que tenga ganancia de calor en invierno y una ganancia mínima en verano.

Vidrio doble

Después de cortar las hojas de vidrio estas se lavan y se secan de forma automática. Posteriormente el perfil separador de aluminio, se rellena con un desecante para evitar que se produzcan condensaciones en el interior de la cámara de aire formada entre los dos cristales. Esta cámara puede ser de diferentes espesores.

El ensamble de las piezas se efectúa con la ayuda de un sellador de butilo que tiene la función de un primer sello y separa al perfil del cristal. Finalmente se inyecta un segundo sellador entre el borde exterior del marco separador y los bordes de los dos vidrios, obteniendo así una barrera hermética.⁵⁴



Vidrio doble montado en marco de aluminio
Foto: Vidrios Marte

La gráfica muestra el porcentaje de reducción en el consumo de energía eléctrica y el porcentaje de ahorro al comparar un cristal sencillo claro con las Unidades Doble de la empresa Vitro. Estos datos están basados en la energía requerida para la operación del equipo de aire acondicionado necesario para obtener una temperatura de confort. Sólo se considera la energía ganada a través del cristal, por lo que no se toman en cuenta otras características del recinto (muros, techo, mobiliario y otros elementos que contribuyen a la ganancia de calor).

⁵² Saint Gobain Glass México, manual de vidrio 2002

⁵³ Windows Sstems for high performance buildings.

⁵⁴ www.vidriosmarte.com.mx



sistemas en fachadas



Consideraciones del Estudio:
Fachada Oriente-poniente, Monterrey, N.L.
Método de cálculo,: Paquete computacional desarrollado por el ITESM. Se
Considera un lapso de 12 meses.



Análisis:

En la industria del aluminio existe una línea comercial en perfiles y una línea exclusiva para los requerimientos de cada empresa y proyecto, en estos casos se diseña un dado con el perfil requerido de uso exclusivo de la empresa que así lo requirió.

Es vital conocer todos estos procesos para abrir una gama de posibilidades mayores en el diseño de la envolvente y lograr un mayor alcance en la eficiencia de la misma, de igual forma es esencial establecer mayor contacto del fabricante con el equipo de diseño para conocer mejor las necesidades arquitectónicas del cliente y ofrecer interesantes opciones en la fabricación y alternativas de solución.

Para una envolvente las características térmicas y acústicas del vidrio tienen un valor muy importante en el ahorro de energía.

Es importante entender los siguientes conceptos utilizados en el vidrio: reflectancia, factor g, emisividad, transmitancia, valor U, factor de sombra, ganancia térmica, vidrio doble, vidrio flotado, cristal templado, vidrio laminado, vidrio aislante; así como conocer como funciona la ganancia de calor en el vidrio.



4.6 Análisis Energético en edificios de Oficinas en la Ciudad de México

Torre Zentrum Santa Fe, México DF.

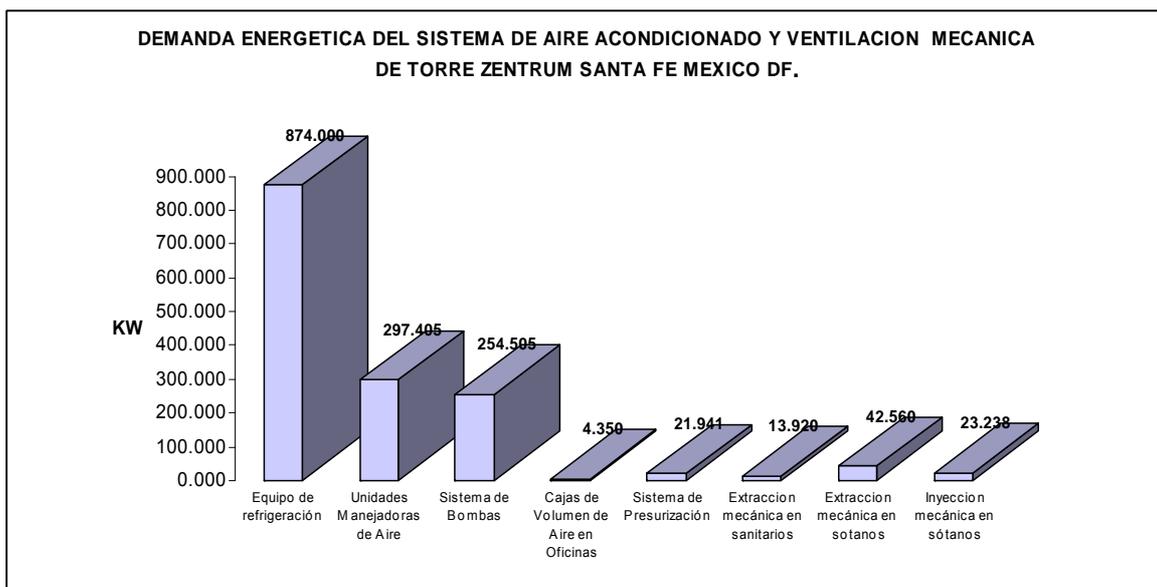
Edificio con 27,890m² rentables de oficinas, 53,178.15 m² construidos, con 15,000 m² de envolvente con un sistema de muro cortina. La orientación de la fachada principal es noroeste, el área sur esta cubierta de panel de aluminio y el resto de vidrio doble thermak de baja emisividad, que cubren los 107 metros de altura de la torre.



Torre Zentrum Santa Fe
Grupo ALHEL 2003

El sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica esta integrada por dos equipos de enfriamiento, 45 Unidades Manejadoras de Aire, 8 bombas que integra el sistema primario, secundario y de transferencia del suministro de agua helada, 48 ventiladores para extracción en sanitarios, 18 ventiladores de extracción y 27 de Inyección en estacionamientos. La demanda energética que requiere el sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica son los siguientes:

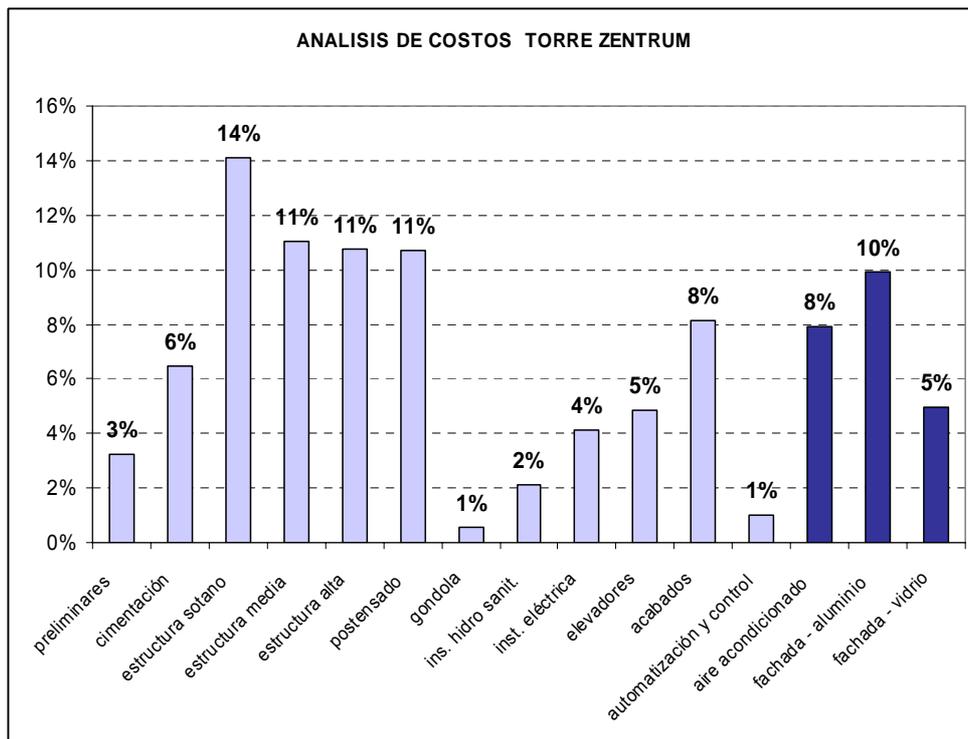
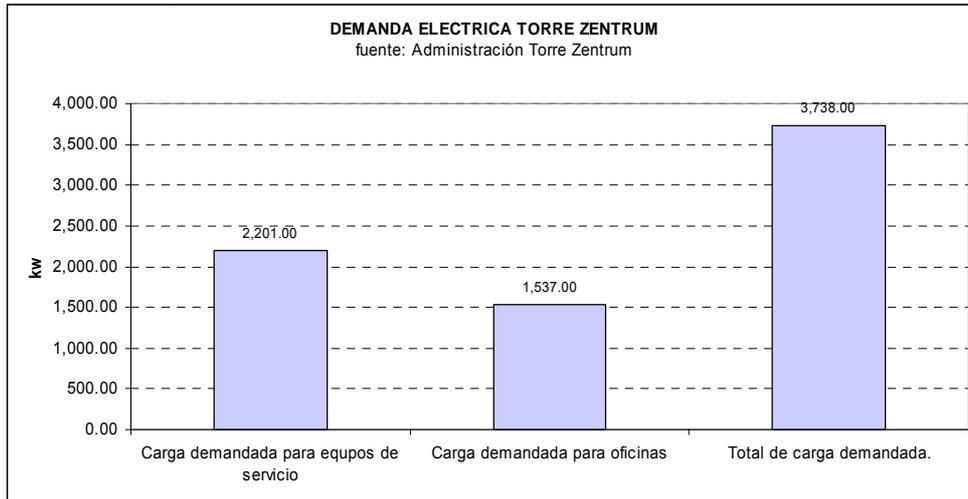
- Equipo central de refrigeración 874.00kw
- Unidades Manejadoras de Volumen de Aire 297.405 kw.
- Sistema de Bombas 254.505 kw.
- Cajas de Volumen de Aire en Oficinas 4.35 kw.
- Sistema de presurización 21.941 kw.
- Extracción mecánica en sanitarios 13.92 kw.
- Extracción mecánica en sótanos 42.56kw.
- Inyección mecánica en sótanos 23.238 kw.
- Total de energía requerida en el sistema: 1,531.919 kw.





sistemas en fachadas

La demanda total energética del edificio es de 3,738kw., de los cuales el 59% es para dotar de energía eléctrica a instalaciones y equipos del edificio, y el 41% es para servicio de oficinas. Si se analiza por separado la energía requerida para los servicios, equipos de aire acondicionado y ventilación representa un 70% del total de la energía demandada por instalaciones y servicios y un 40% del total de energía demandada en el edificio.



El Sistema de fachada y el sistema de aire acondicionado y ventilación representan el 23% del costo total de la obra.



sistemas en fachadas

**TORRE WORLD PLAZA
SANTA FE MEXIO DF.**

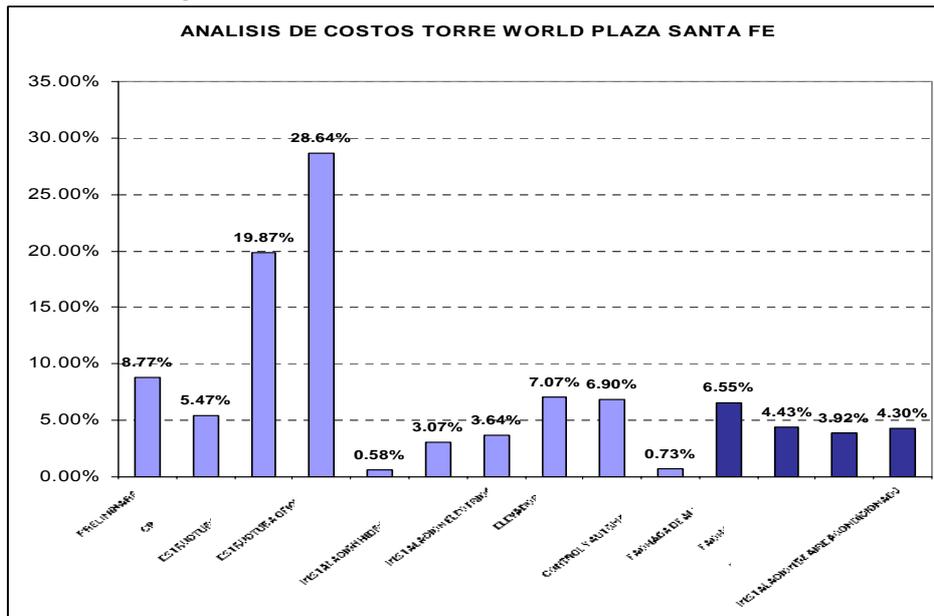
Edificio para uso de oficinas, cuenta con 21 niveles de oficinas de 1,097m² y un pent office de 1,513m², lobby, diez niveles de estacionamiento subterráneo, con un total de 50,231.00m² construidos.



Torre World Plaza Santa Fe
Grupo inmobiliario ALHEL

Su planta es alargada con la fachada principal con una curva que se desarrolla en todo lo largo de esta fachada 60 metros lineales, la parte central tiene un ancho de 18 a 22 ml que disminuyen en según el desarrollo de la curva, los servicios se localizan en la fachada sur oeste hacia la colindancia, esto genera el efecto de percibir el volumen muy delgado visto lateralmente, con mucho dinamismo y ligereza. Su fachada principal esta orientada al noreste, el sistema utilizado en la fachada es con marcos de aluminio y vidrio thermak de doble vidrio termo acústico, panel de aluminio en esquinas y columnas y finalmente elementos prefabricados en la fachada sur, cuenta con un total de 17,510m² de fachada.

El sistema de climatización del edificio es por medio de aire acondicionado y un sistema de ventilación mecánico en los sótanos de los diez niveles de estacionamiento. El sistema se integra de 52 unidades manejadoras de aire distribuidos dos por nivel de oficina, diseñadas para verano, con capacidad de enfriamiento de 130 hasta 280 BTU/HR según la ubicación de cada manejadora. También cuenta con 32 ventiladores de inyección centrifugo en línea, y 18 ventiladores de extracción para el área del estacionamiento, también se integran 23 unidades fan&coil para servicio al lobby y vestíbulo de elevadores, 4 mini-split, 2 torres de enfriamiento tipo paquete, 1 unidad generadora de agua helada.





4.7 Clima en la ciudad de México

El informe climatológico de la ciudad de México es proporcionado por el sistema de Monitoreo Atmosférico de la secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. La Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional y la Fuerza Aérea Mexicana.



La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA, GDF) se encarga de la operación y mantenimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT), el cual está integrado por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) que realiza mediciones continuas de ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀) y partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}). Actualmente el SIMAT cuenta con 35 estaciones remotas de monitoreo, 24 de ellas están ubicadas en sitios del Distrito Federal y 11 en los municipios conurbanos del Estado de México. Las estaciones de monitoreo cuentan con criterios técnicos para su ubicación (densidad de población, distribución de fuentes de emisión y topografía, etc.). Estos equipos proporcionan datos promedio en cada una de las 24 horas del día, todos los días del año. Posteriormente, la información se transmite a un sistema central donde se procesa y valida para generar y difundir el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire.

La Red Meteorológica (REDMET) está integrada a la RAMA en 15 de sus estaciones, 9 en el Distrito Federal y 6 en el Estado de México y tiene como objetivo medir parámetros meteorológicos de superficie dentro de la ZMVM. Esta red proporciona promedios horarios de velocidad (WSP) y dirección del viento (WDR), humedad relativa (RH) y temperatura ambiente (TMP), pero se cuenta con datos intermedios con resolución de 1 minuto. Algunas estaciones cuentan con instrumentos de radiación solar en las bandas UV-A y UV-B del espectro electromagnético.

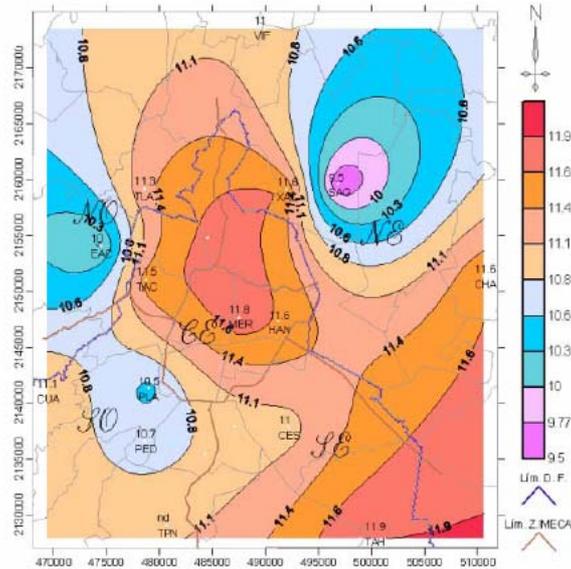
La ZMVM se ha dividido en 5 zonas importantes denominadas IMECA; tal como se observa en la Figura 1.3. La zona Noroeste la conforman las estaciones de monitoreo con torre meteorológica Tacuba (TAC), ENEP Acatlán (EAC) y Tlalnepantla (TLA); la zona Noreste está cubierta por las estaciones San Agustín (SAG), Xalostoc (XAL), Villa de las Flores (VIF) y Chapingo (CHA); mientras que la estación Merced (MER) y la estación Hangares (HAN) miden los parámetros meteorológicos en la zona Centro; por otro lado, el conjunto de estaciones Santa Ursula (SUR), Pedregal (PED), Plateros (PLA), Cuajimalpa (CUA) y Tlalpan (TPN) conforman la zona Suroeste. Por último, la zona Sureste está integrada por las estaciones meteorológicas Cerro de la Estrella (CES) y Tláhuac (TAH).⁵⁵

⁵⁵ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



Isla de Calor en la ciudad de México.

Las áreas urbanas presentan accidentes topográficos y características térmicas propias debido a la presencia de elementos hechos por el hombre. La influencia térmica se aúna a la fricción provocada por la rugosidad del suelo debida a la presencia de edificaciones y otros obstáculos. Los materiales de construcción como el ladrillo y el concreto absorben y retienen el calor de manera más eficiente que el suelo y la vegetación circundantes.



Mapa de isotermas con el Promedio anual de temperatura de las 07:00 horas (° C).

Por ello, cuando se pone el sol, el área urbana continúa irradiando calor desde los edificios y las superficies pavimentadas. El aire que este complejo urbano calienta, asciende creando un domo sobre la ciudad conocido como isla de calor. La ciudad emite calor durante toda la noche y cuando el área urbana empieza a enfriarse, instantes antes de que salga el sol, comienza nuevamente el calentamiento del complejo urbano.

La temperatura ambiente al nivel de superficie depende de la insolación, y ésta última, de la cantidad de radiación solar incidente, de la distribución de calor debido a las grandes masas de aire y del calentamiento desigual del terreno. Al sol se le considera como una fuente de calor constante; sin embargo la latitud, la elevación, la época del año y la nubosidad juegan un papel fundamental en la medición de este parámetro meteorológico.

Se puede obtener información de isotermas con el promedio anual de temperatura en diferentes horas del día en el Valle de México.

A las 7:00 de la mañana en la ciudad de México los valores menos fríos se presentan generalmente en el centro de la ciudad con el fenómeno de isla de calor, los valores más fríos están al noroeste y noreste de la ciudad. A las 16:00 hrs. la zona noreste tiene valores mas calidos. Por otro lado las zonas mas extremosas de la ciudad en temperaturas máximas y mínimas fueron en el 2004 son el noroeste, norte, centro y oriente de la ciudad de México debido en gran parte a la cubierta de asfalto de la ciudad y a la poca vegetación. Se concluye que en el 2004 las mayores temperaturas se registraron en el Centro y Oriente de la ZMVM; debido en gran medida a factores urbanos de tipo local, tales como la escasa cubierta vegetal existente en dichas zonas. En cambio, las temperaturas más bajas se registraron en el Occidente del Valle, donde se sitúa la zona montañosa y se localizan las estaciones Cuajimalpa (CUA) y Tlalpan (TPN), que se ubican a mayor elevación.⁵⁶

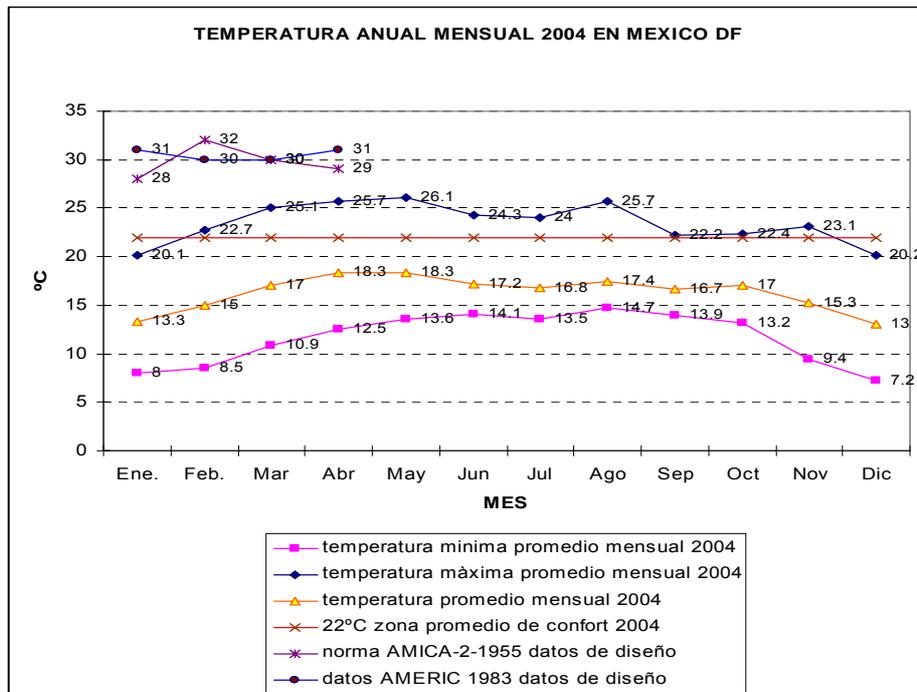
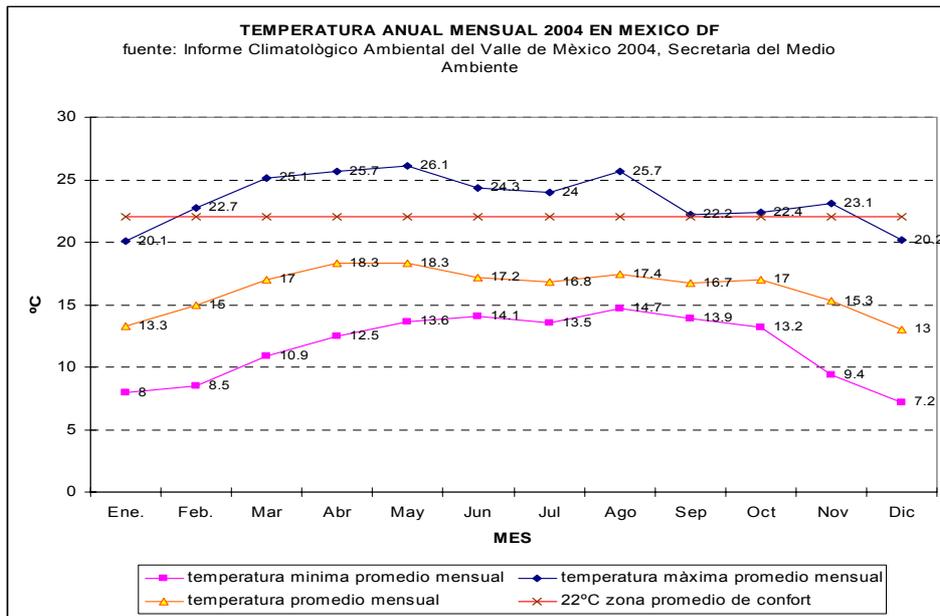
⁵⁶ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



Temperatura

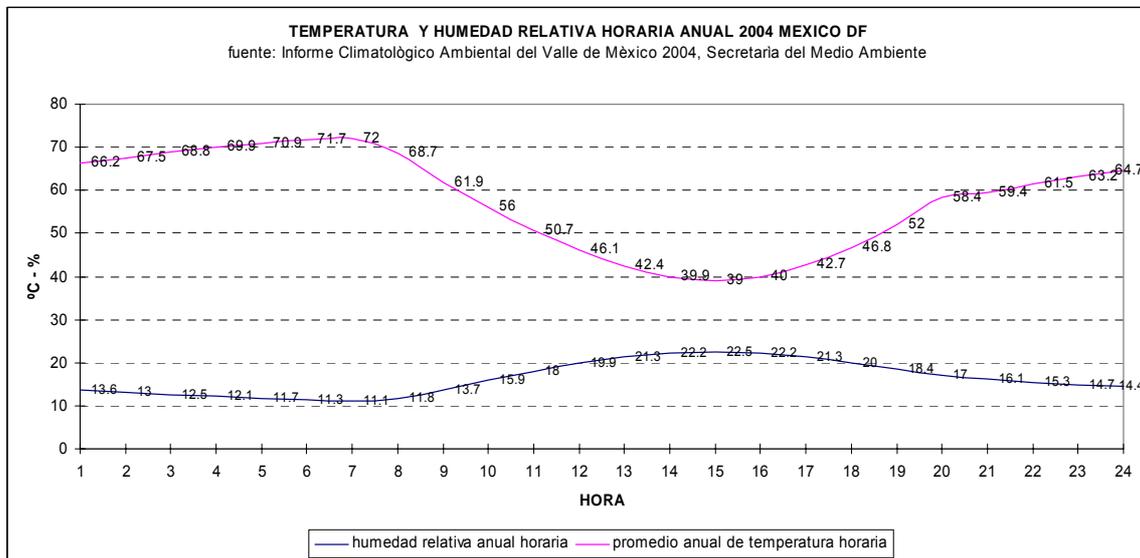
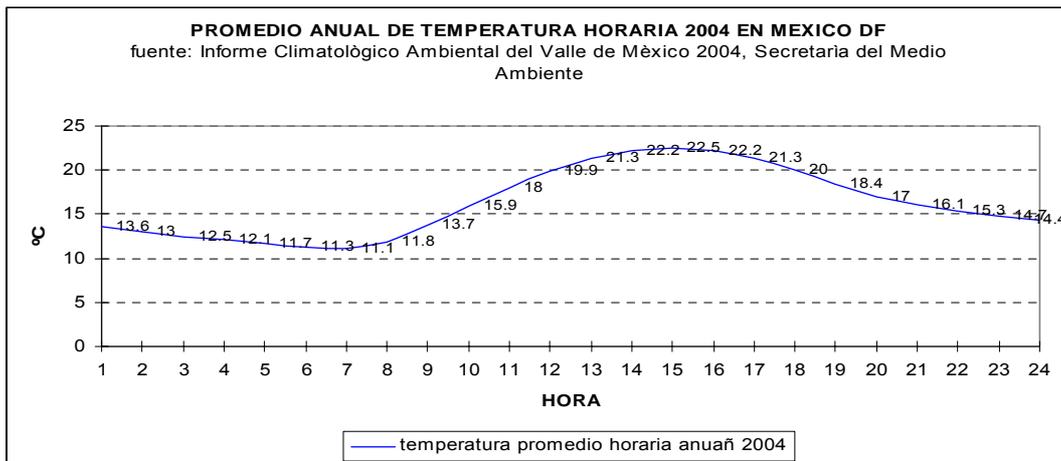
Se tienen datos de temperatura mensual y anual registrados en la zona metropolitana del valle de México, desglosándose valores de temperatura ambiente mínima, máxima y promedio de cada una de las estaciones meteorológicas.

El tener esta información ayuda a conocer como se comporta la ciudad en diferentes puntos, esto con el fin de plantear mejores soluciones en el diseño climático del edificio, partiendo de datos más específicos para una propuesta completa.





La temperatura mínima extrema se registró en los meses de febrero y diciembre en las estaciones de ENEP Acatlán, San Agustín y Chapingo. La temperatura máxima mensual se registro en los meses de Marzo a Junio que llegaron hasta 32.3°C en la testación Chapingo. La temperatura máxima extrema anual tiene un rango de 30° a 33°C en los meses de Marzo a Mayo en las estaciones Merced, Pedregal, Cerro de la Estrella, Hangares y Chapingo. Por otro lado la temperatura media anual para la ciudad de México es de 14° a 17 ° en el 2004. Las temperaturas máximas se alcanzan entre las 14:00 y 16:00 hrs. y las mínimas entre 6:0 y 8:00 de la mañana.⁵⁷

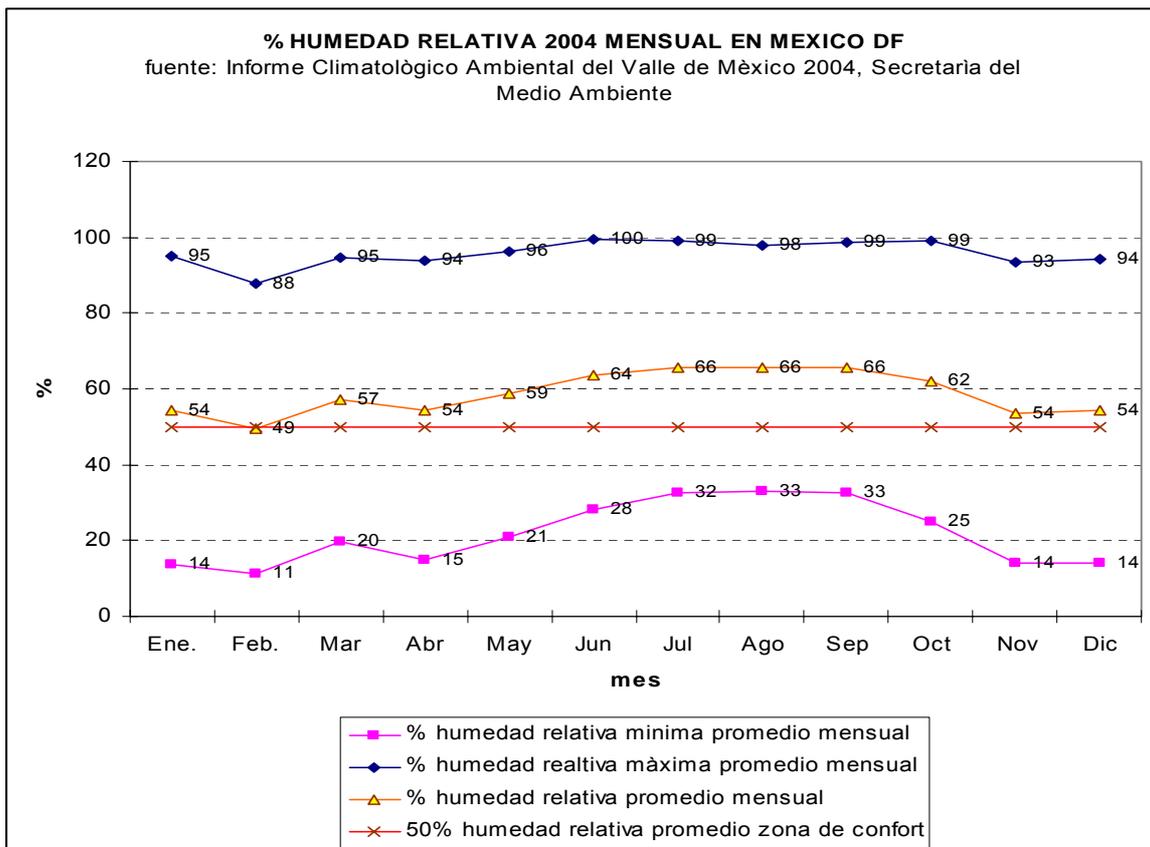


⁵⁷ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



Humedad Relativa.

Como es normal, en la Ciudad de México los valores más altos de humedad se registran en las primeras horas de la mañana y durante las noches, que es cuando generalmente se registran los valores más bajos de temperatura ambiente; también se registran cerca de la zona montañosa, en el suroeste del Valle, a causa del flujo de aire con vapor de agua, provocado por la cubierta vegetal de dicha zona. La etapa de mayor humedad, durante el año, ocurre de mayo a octubre, en la temporada de lluvias.⁵⁸



Viento

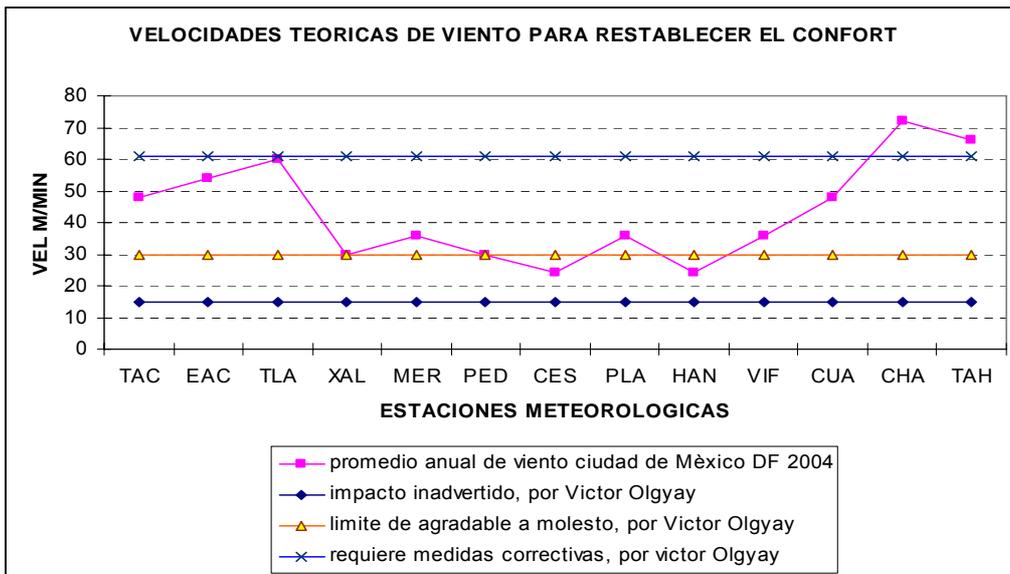
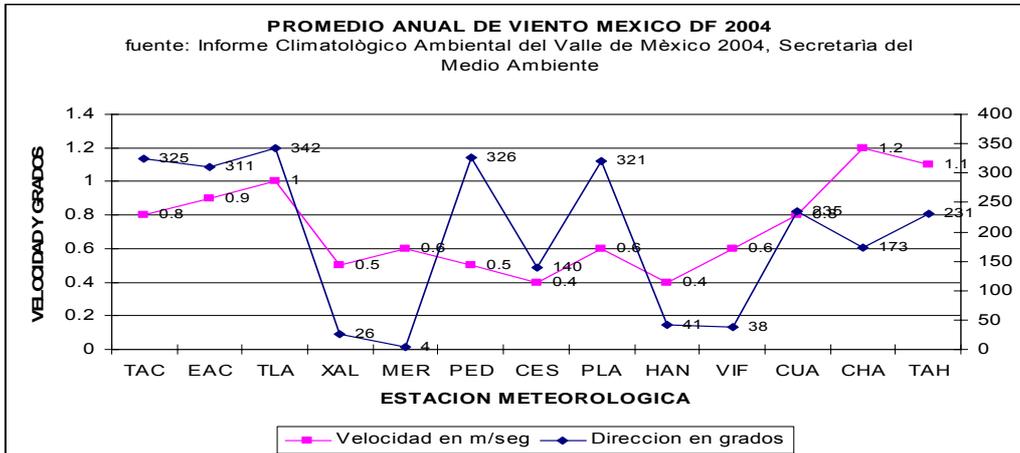
El Valle de México cuenta con una entrada principal de aire libre de obstáculos en la zona Noreste, región donde el terreno es plano, y otra entrada en la región oriental. La dirección predominante de los vientos en la ZMVM es del Noreste; sin embargo, los rasgos orográficos del Valle, dan lugar a la formación de líneas de confluencia y zonas de convergencia del viento.

Se tienen datos para analizar promedios anuales del viento, promedio de dirección (promedio vectorial), que se obtiene encontrando las componentes en X e Y del vector dirección para sumarse algebraicamente y obtener así los promedios de cada una de ellas en grados y 2) Promedio de velocidad (promedio aritmético), según las regiones en que se divide la Zona metropolitana del Valle de México. Hay que remarcar el hecho de que la mayoría de los datos

⁵⁸ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



presentan un rango de dirección de 315 a 45 grados; es decir, de componente norte, lo que significa que el transporte de los contaminantes fuera hacia la zona sur del Valle.⁵⁹



Inversión térmica

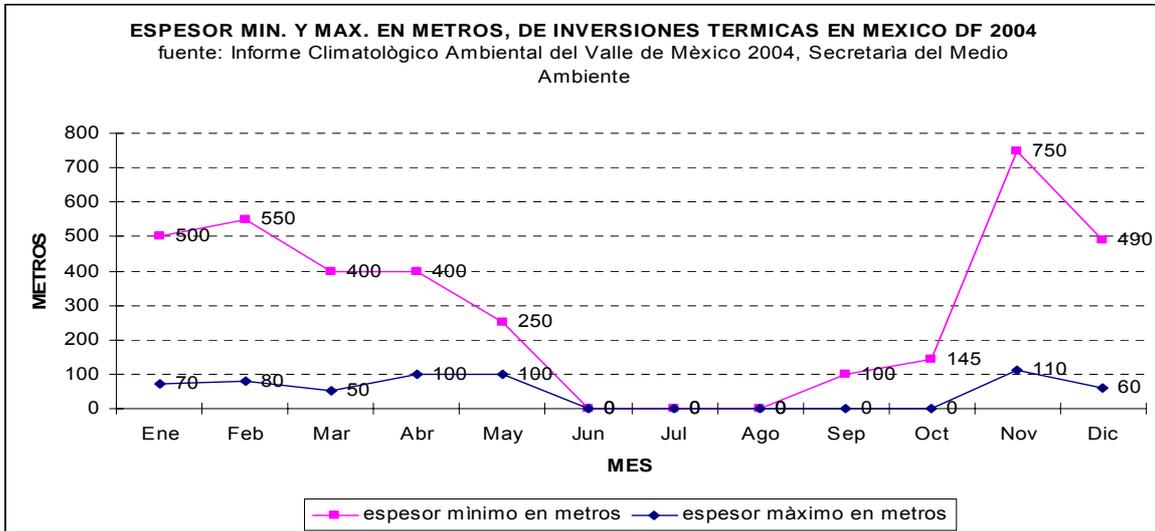
El perfil de temperatura o gradiente térmico vertical de la troposfera se caracteriza por decrecer con la altura. Frecuentemente el perfil de temperatura experimenta un aumento en ciertas capas de la atmósfera. Cuando esto sucede, se dice que se trata de una inversión térmica. Es un fenómeno natural que se puede detectar en cualquier lugar de la troposfera, cualquier día del año y a cualquier hora. Las inversiones térmicas en superficie son inducidas por cielo despejado por las noches, con lo cual se libera el calor del suelo hacia las capas troposféricas en altura y la presencia de una capa de aire frío en superficie. También se produce el fenómeno de inversión térmica en altura cuando una capa de aire frío se encuentra debajo de una capa de aire más caliente. Las inversiones térmicas favorecen estabilidad atmosférica temporal; es decir, que cuando se presentan en superficie influyen en el estancamiento de los contaminantes. Generalmente, las

⁵⁹ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



sistemas en fachadas

inversiones térmicas de mayor intensidad en la ciudad de México ocurren en la temporada fría de noviembre a marzo.



Por sí mismas, las inversiones térmicas no representan ningún riesgo para la salud humana; sin embargo, si existen emisiones contaminantes en la capa troposférica en la que se encuentre inmersa la inversión, se podrán registrar altas concentraciones de contaminantes debido a la falta de dispersión vertical provocada por la capa de aire caliente, que define a la inversión. La dispersión de los contaminantes comienza cuando la energía del sol iguala la temperatura en la interfase de las capas involucradas, momento en que se rompe la inversión”.

En la Ciudad de México, las inversiones de temperatura se producen durante la madrugada y generalmente desaparecen durante el transcurso de la mañana, aunque en ocasiones pueden durar todo el día. Una inversión térmica puede producirse a partir del nivel del suelo denominándosele inversión en superficie. Cuando la inversión se produce en alguna capa situada por arriba de la superficie terrestre, en cualquier lugar de la troposfera, se denomina inversión en altura.⁶⁰

Las causas de una inversión de temperatura son múltiples, entre las más importantes están: por radiación que es el enfriamiento rápido de la superficie terrestre durante noches despejadas, por advección que se refiere al transporte horizontal de aire frío hacia zonas calientes, superficie acuosas, principalmente y por subsidencia que describe el calentamiento del aire, en alguna capa de la troposfera y debido al calentamiento por compresión, lo cual es causado por el aire descendente típico de las circulaciones anticiclónicas. Con frecuencia, este mecanismo forma inversiones en altura.

En presencia de inversiones térmicas los movimientos verticales del aire desaparecen y ello provoca que los contaminantes resulten como una capa de smog que se observa en algunos días por la mañana. Ya que las inversiones se rompen por lo general antes del medio día, este fenómeno no es causante de los altos niveles de ozono, que ocurre con la máxima insolación y temperatura entre las 14:00 y 16:00 horas. Durante el transcurso del día, los rayos solares calientan la superficie terrestre que a la vez calientan las capas de aire adyacentes a la misma; de manera tal que el aire frío que se encuentre en la base de la inversión, gradualmente se vaya calentando hasta que no exista diferencia térmica entre la base y la cima, desapareciendo la inversión.

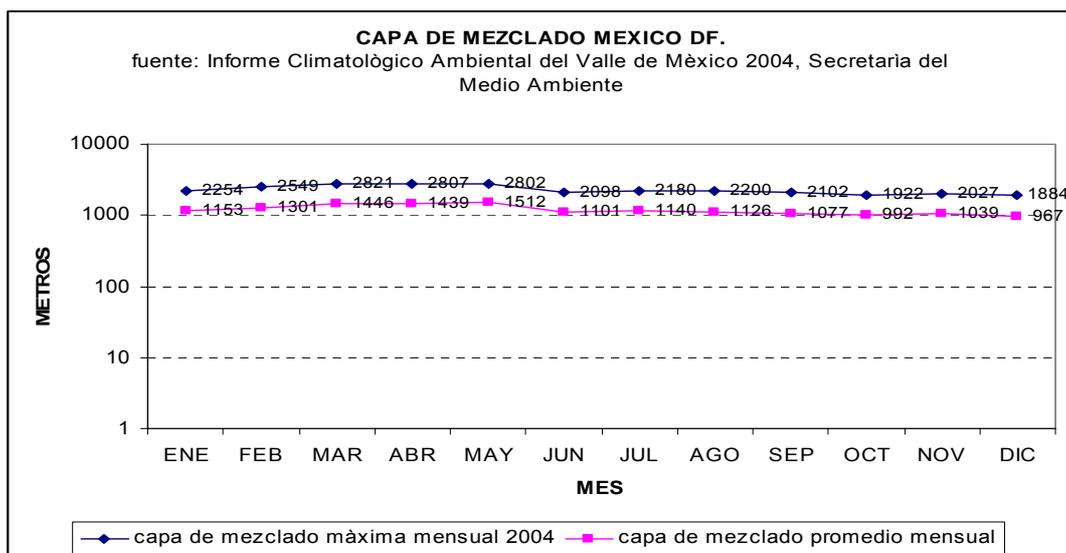
⁶⁰ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



Los elementos que caracterizan una Inversión Térmica son los siguientes: Espesor es la diferencia en metros que existe entre la cima, o tope, de la inversión y la base de la misma, la intensidad es la diferencia en grados Celsius entre la temperatura de la cima y la de la base de la Inversión Térmica y la temperatura de ruptura es la temperatura que se requiere para que la temperatura de la cima de la inversión se equilibre con la temperatura de superficie, con la cual se rompe la inversión. Este parámetro se puede pronosticar, para tener una idea de cual será la hora en que los contaminantes empezaran su dispersión; por otro lado la hora de ruptura es la hora en que se alcanza la temperatura de ruptura.

Capa de mezclado

La Capa de Mezclado es aquella región de la troposfera baja donde se dispersan y mezclan los contaminantes del aire debido a la turbulencia. Su altura sobre la superficie del suelo depende de las condiciones del calentamiento del aire y por ello varía constantemente en el tiempo. El valor máximo diario de la capa de mezclado en la ZMVM, generalmente rebasa los 2,000 metros de altura. En el 2004 la altura promedio mensual es baja en las primeras horas de la mañana (entre 50 y 600 metros); sin embargo, conforme avanza el día y el aire se va calentando por efecto de la radiación solar incidente, la altura se incrementa, de tal forma que a partir de las 10:00 horas, los valores comienzan a elevarse hasta sobrepasar los 2,000 metros después del medio día, en algunos casos.⁶¹



Visibilidad.

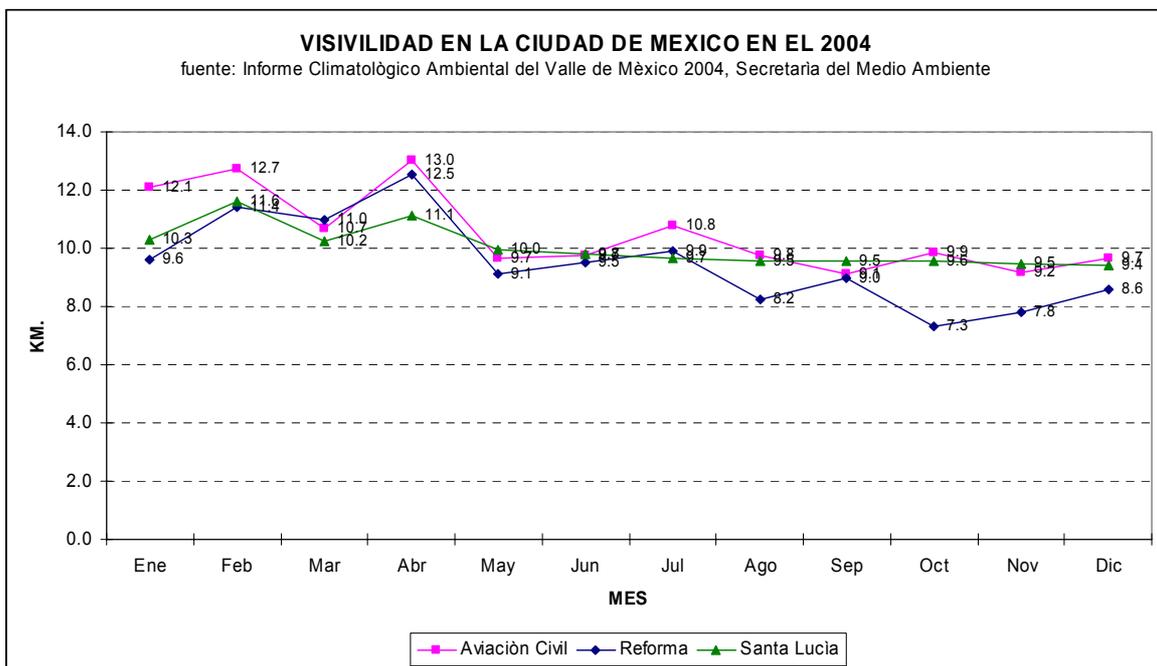
La visibilidad horizontal se toma como la mayor distancia a la cual se pueden distinguir los objetos, y en el caso de la noche, objetos caracterizados por alguna luz o forma como en el caso de edificios altos para la ciudad o rasgos topográficos, en el caso de áreas no urbanas, respectivamente. La reducción o incremento de la visibilidad obedece a factores meteorológicos, agrupados con la frase "fenómenos de obstrucción a la visión", tales como: la neblina o niebla; que se produce por el enfriamiento del vapor de agua contenido en el aire hasta alcanzar el punto de rocío, la presencia de aerosoles: partículas sólidas o líquidas en suspensión, el smog formado por una mezcla de gases, generados por la combustión, principalmente óxidos de nitrógeno y azufre e hidrocarburos, la lluvia, llovizna o nubes muy bajas, el polvo levantado por el viento y hasta cenizas debidas a actividad volcánica, etc.

⁶¹ Secretaría del Medio Ambiente Informe Climatológico Ambiental del Valle de México <http://www.sma.df.gob.mx>



En la ciudad de México esta variable se estima por especialistas en el área de meteorología.

Para nuestro caso, tales especialistas son los que están integrados a la Fuerza Aérea Mexicana (FAM), institución que proporciona los datos a la Secretaría del Medio Ambiente y que tiene tres puntos de observación: 1.- Sta. Lucía: Localizado en la Base Aérea Militar No. 1, en el municipio de Zumpango, Edo. de México. 2.- Aviación Civil: Localizado en la Estación Aérea Militar No.1, en la Colonia Aviación Civil, D.F., localizado dentro del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.



Análisis:

Para el diseño de fachada se requieren los datos del medio físico exterior, al enfocar la investigación a la ciudad de México, se presentan el resumen climatológico con la información que se puede encontrar en la secretaria del medio ambiente, datos como isla de calor, temperatura, humedad relativa, viento, inversión térmica, capa de mezclado y visibilidad son datos que se pueden encontrar en la red meteorológica de la ciudad de México y que son herramientas básicas para el diseño de la envolvente y su conexión con el medio externo.



CAPITULO V

5. SIMULACIONES

Relación del Sistema de Aire Acondicionado con la Envolvente.



Vista de edificios en Santa Fe México DF.

Una vez analizada la fachada como sistema, materiales, casos de estudios internacionales y el diagnóstico en México es primordial analizar como es el funcionamiento de estos sistemas y como se pueden manipular y diseñar en base a objetivos específicos planteados en la envolvente, es decir como todos estos criterios se pueden implementar en un proyecto y nos ayudaran a tomar decisiones.

Una de las conclusiones de esta investigación es que el sistema de aire acondicionado juega un papel muy importante en el ahorro de energía tiene una conexión directa que es afectado por las características de la envolvente.

Por otro lado el sistema de medición LEED incluye una serie de créditos encaminados a mejorar la calidad de aire en edificios involucrando los sistemas mecánicos de aire acondicionado, ventilación y calefacción, también se exige la implementación de simulaciones en diferentes etapas del diseño, con el fin de asegurar el ahorro de energía del edificio.

Como parte de los prerrequisitos de LEED es necesario hacer varias simulaciones de modelos de energía con el fin de cumplir con el porcentaje obligatorio de ahorro de energía. Existen diferentes software aceptados por LEED entre ellos esta HAP, esta software fue utilizado para realizar las simulaciones de este capítulo y entender el comportamiento de la envolvente ante diferentes variaciones.

Con la ayuda de la empresa Mexicana CYVSA S.A. de C.V. y de DYPRO fue posible correr las siguientes simulaciones con el apoyo de sus especialistas.

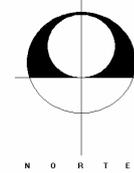
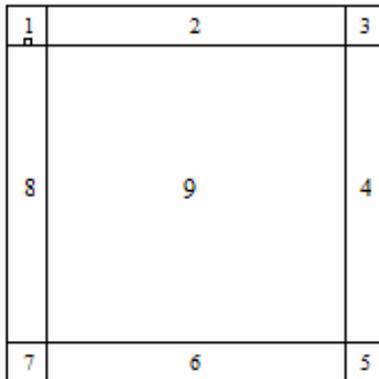
Las simulaciones se basan en un edificio considerando su ubicación en Santa Fe, con uso de oficinas, con fachada 100% de vidrio al que se afectan factores de forma, orientación y propiedades de la envolvente.

Al transcurso de las simulaciones y con los primeros resultados se implementan otras propiedades a las fachadas, con el fin de reducir el consumo de energía, los resultados están en toneladas de refrigeración.

El programa arroja resultados por hora y mes específico. La planta del edificio se divide en espacios, basados en la dimensión tipo de oficinas establecida por ASHRAE y considerando todos los datos base y requerimientos de este estándar, el proceso de cálculo y consideraciones a detalle se documentan en el capítulo 2.3 La envolvente y el sistema de aire acondicionado.



5.1 Análisis de edificio de oficinas con envolvente cuadrada



DATOS DEL EDIFICIO

AREA CONSTRUIDA	1,250.00
AREA SERVICIOS	180.00
AREA NETA UTIL	1,070.00

PLANTA TIPO 1 AL 22	
AREA	1250
SERVICIOS	180
AREA	M2
1	9.00
2	88.08
3	9.00
4	88.08
5	9.00
6	88.08
7	9.00
8	88.08
9	1070.00

ILUMINACION

De 1 a 5 watts m2

De 5 a 10 watts m2 con equipo eléctrico

PLANTA TIPO 23	
AREA	1250
SERVICIOS	180
AREA	M2
1	9.00
2	88.08
3	9.00
4	88.08
5	9.00
6	88.08
7	9.00
8	88.08
9	1070.00

10 A 12 de fachada a interior

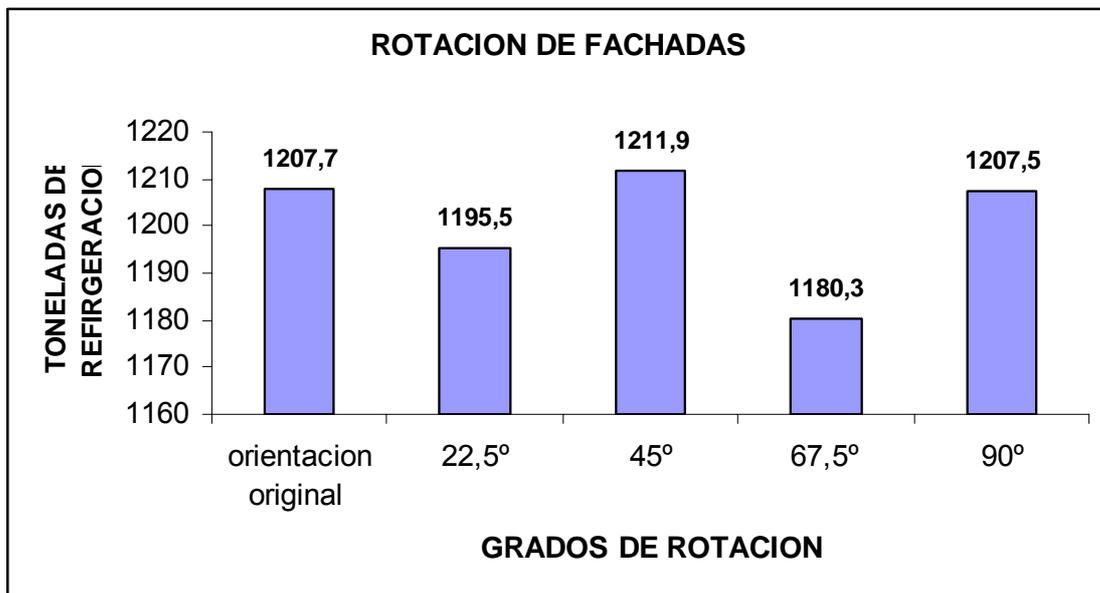
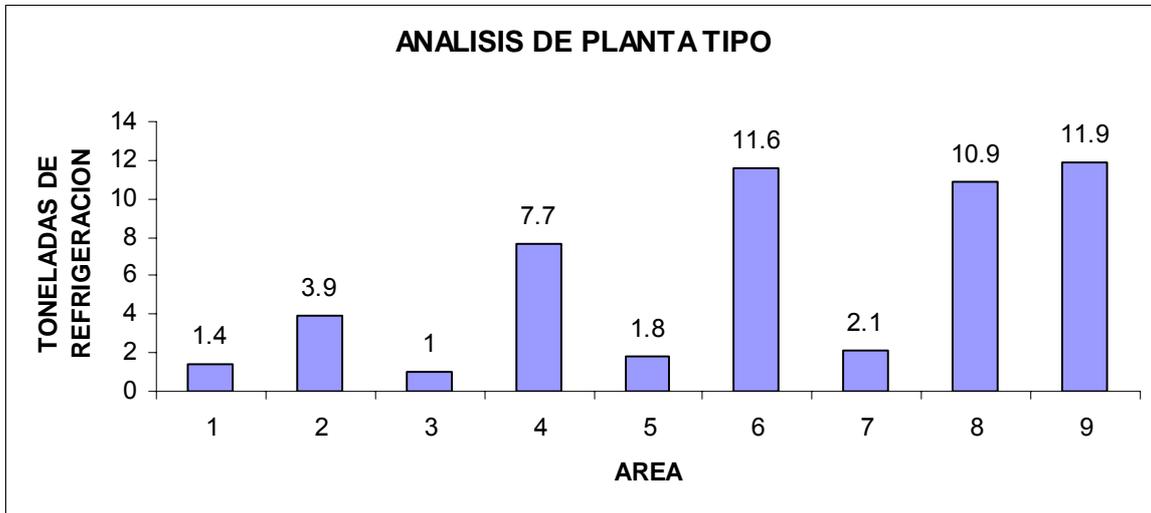
OCUPANTES: 8:00 am a 6:00 pm

OCUPANTES 2: 5:30 am a 7:00 pm

75 ft2 por persona máximo

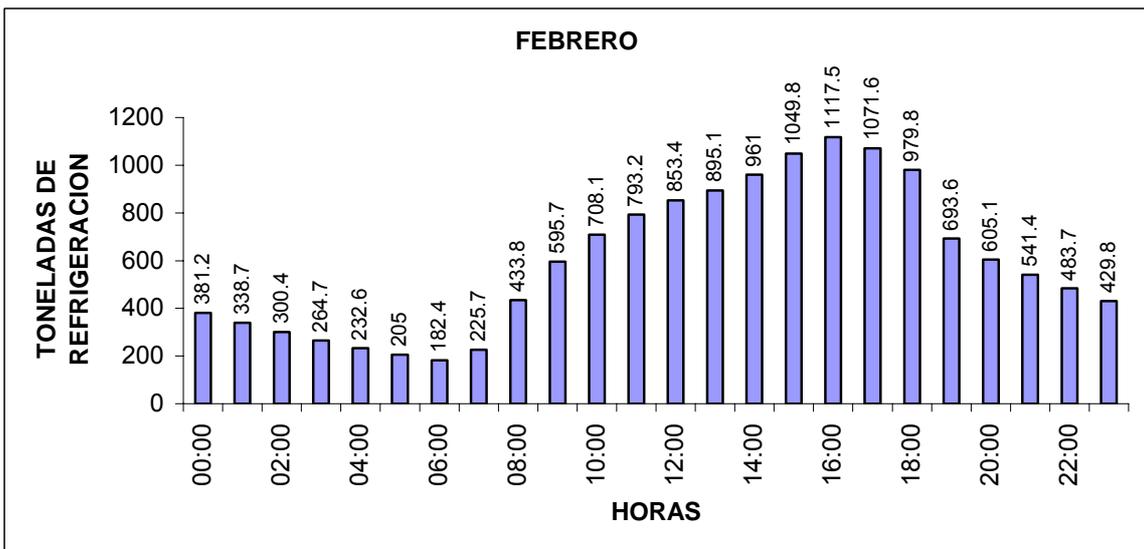
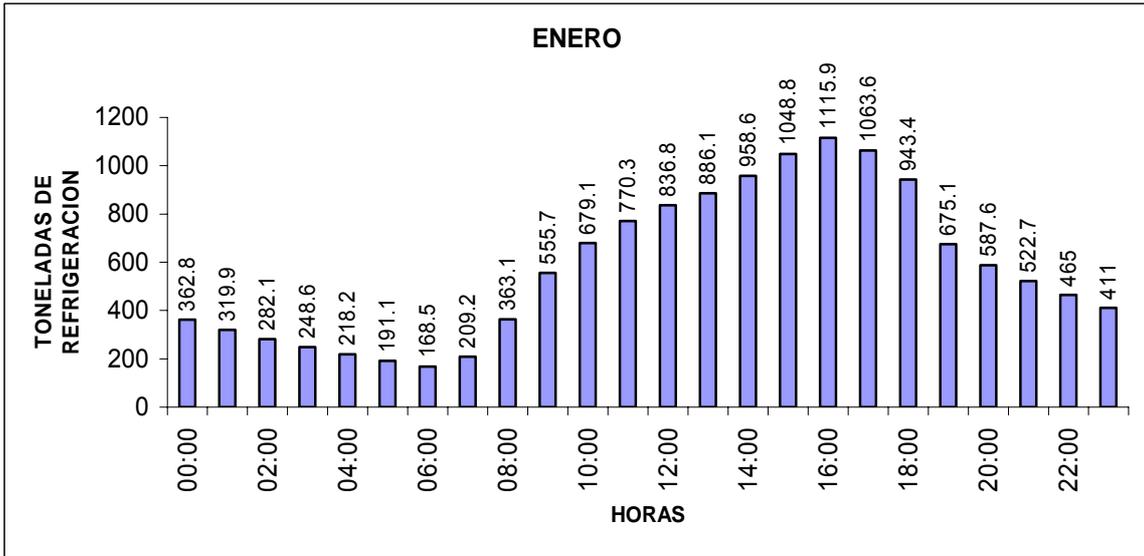
200 m2 por persona en privados

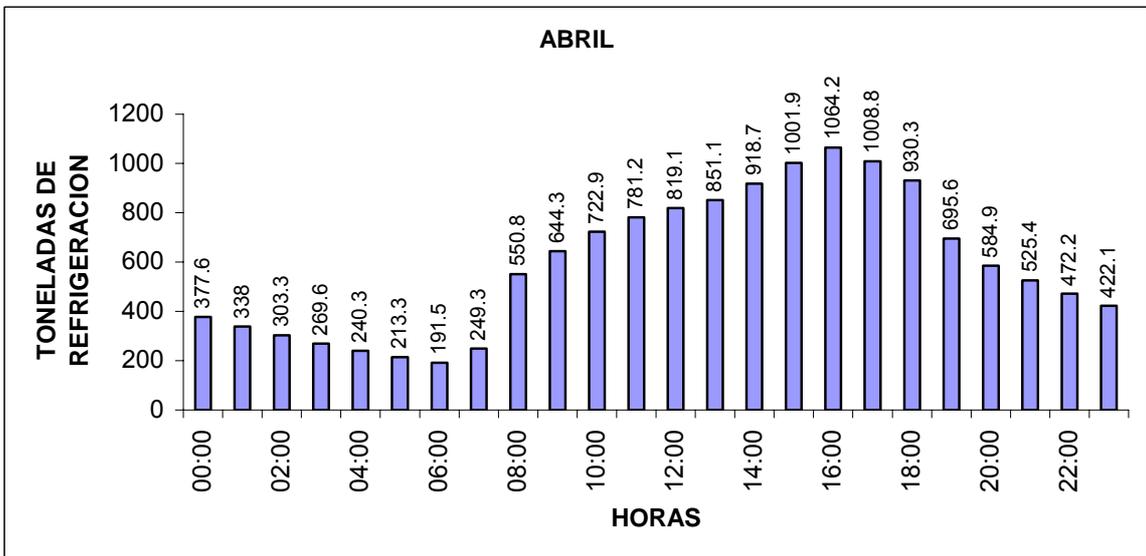
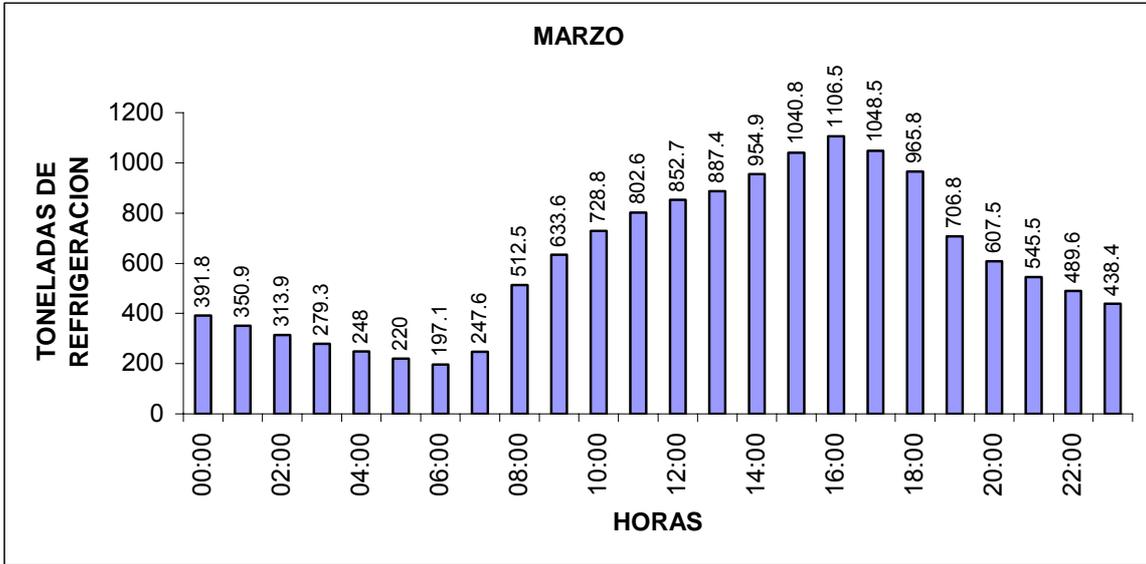
20 ft2 por persona en sala de juntas

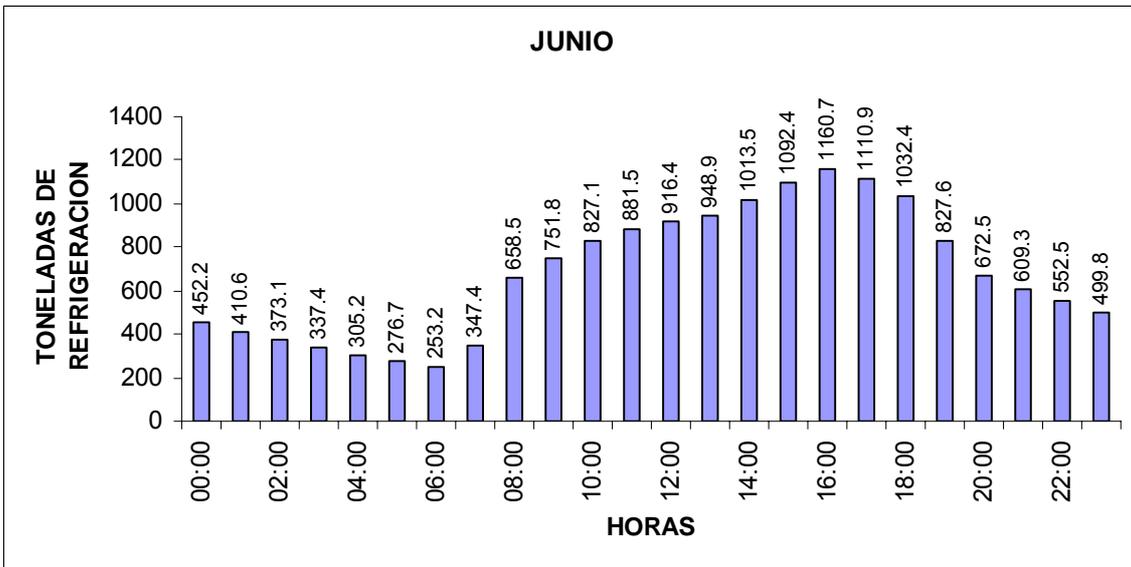
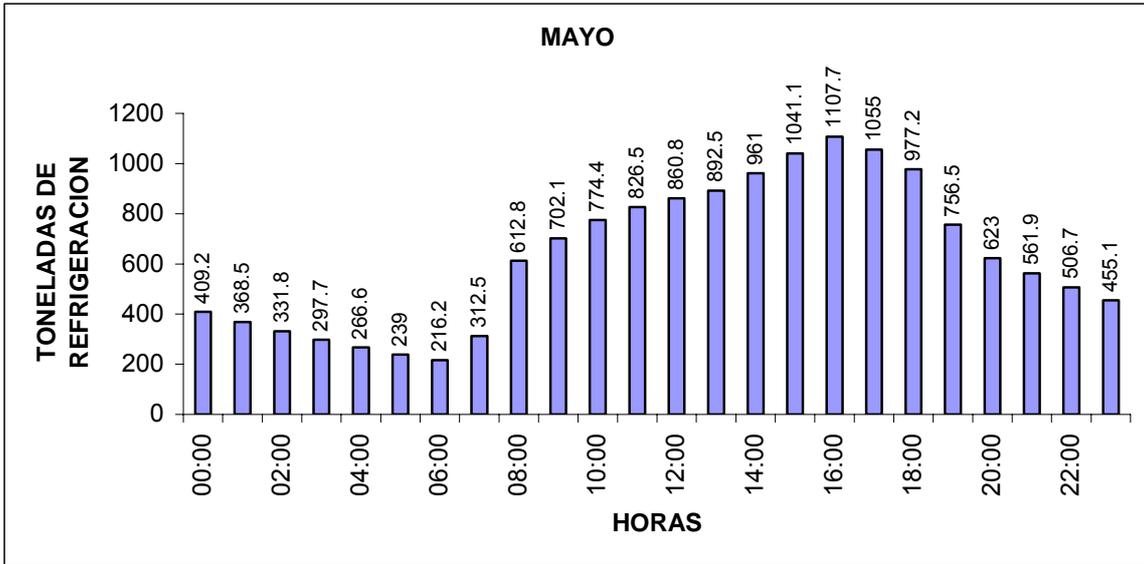


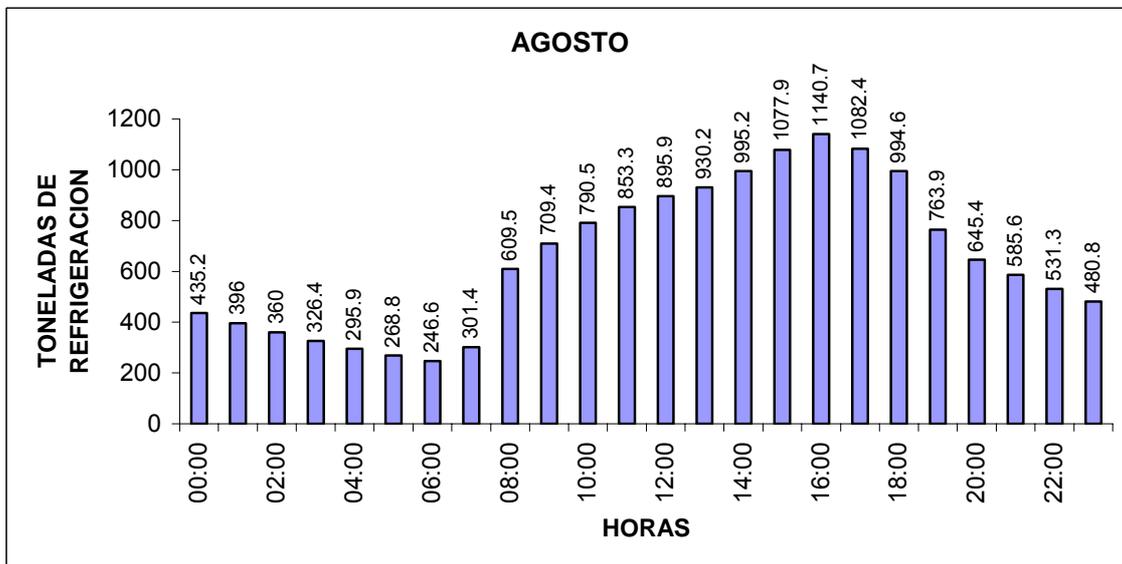
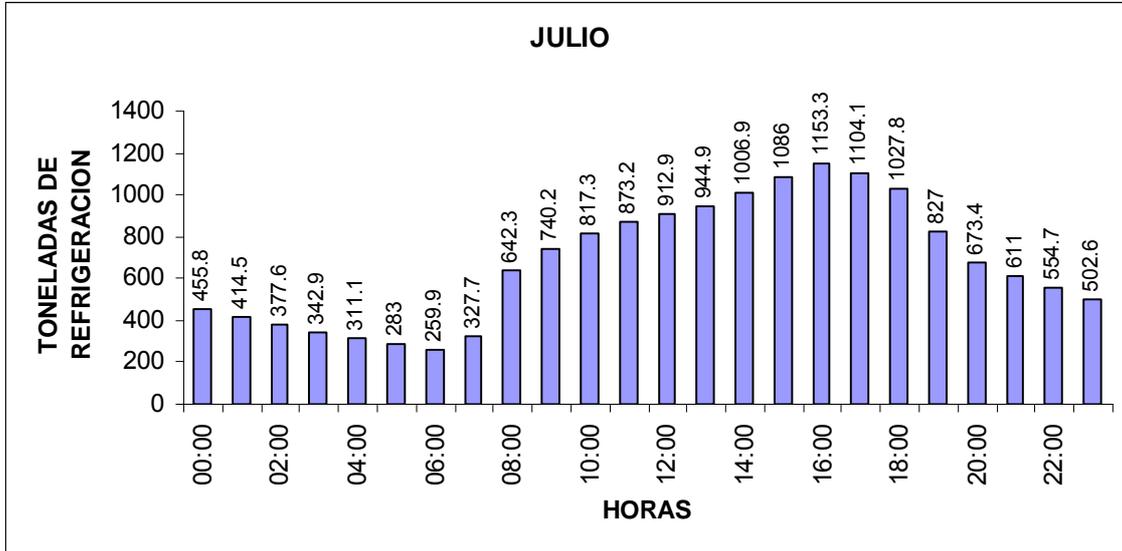


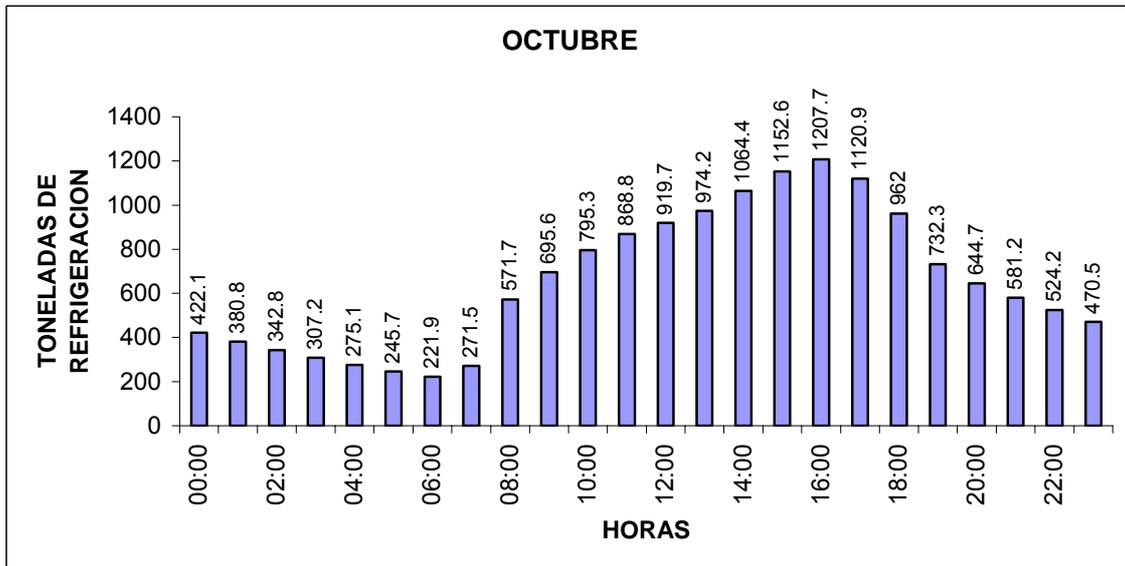
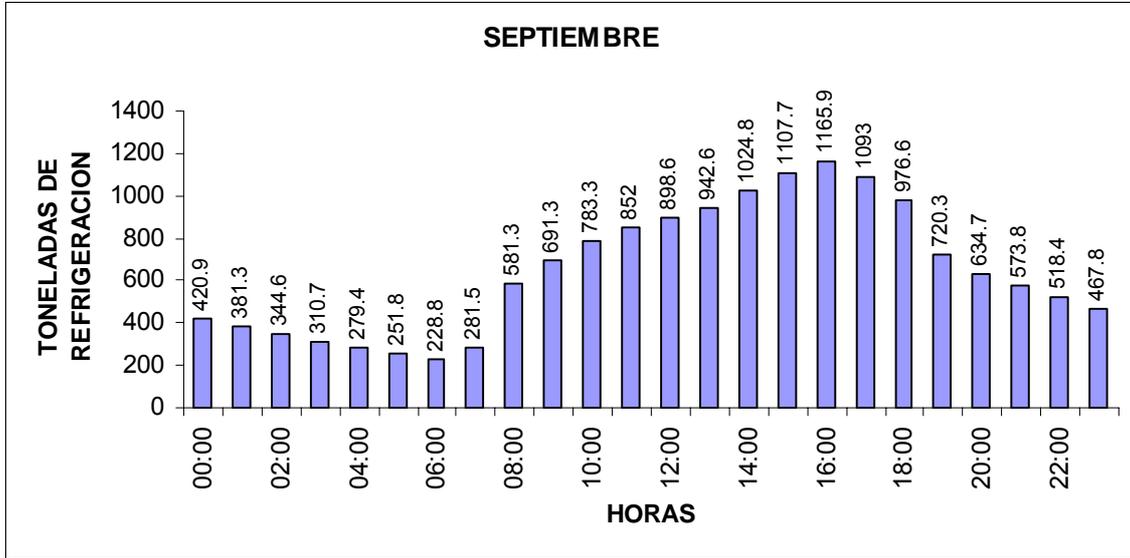
ANALISIS POR MES

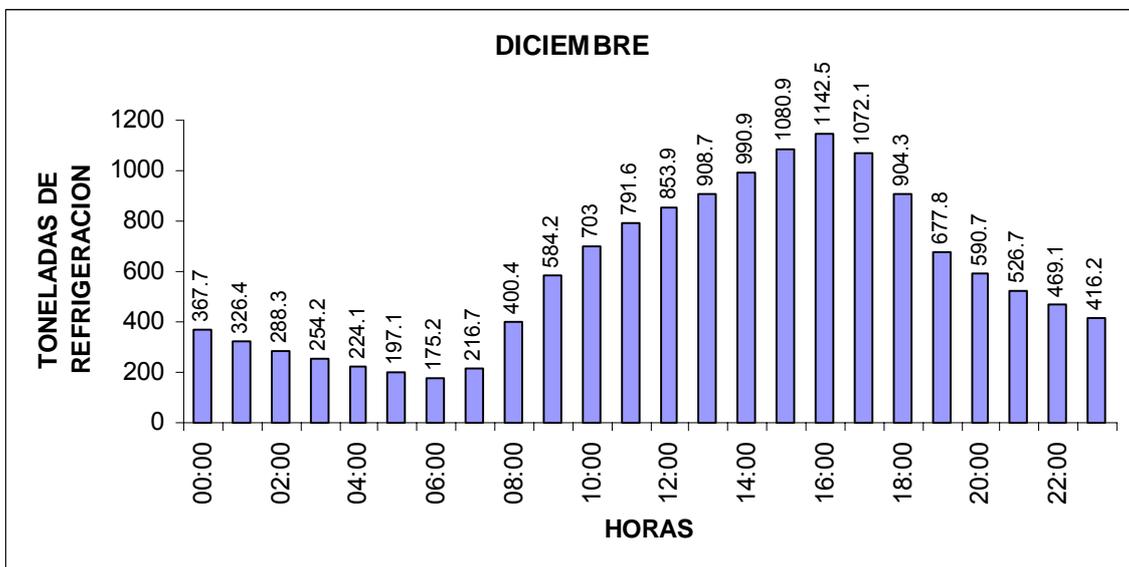
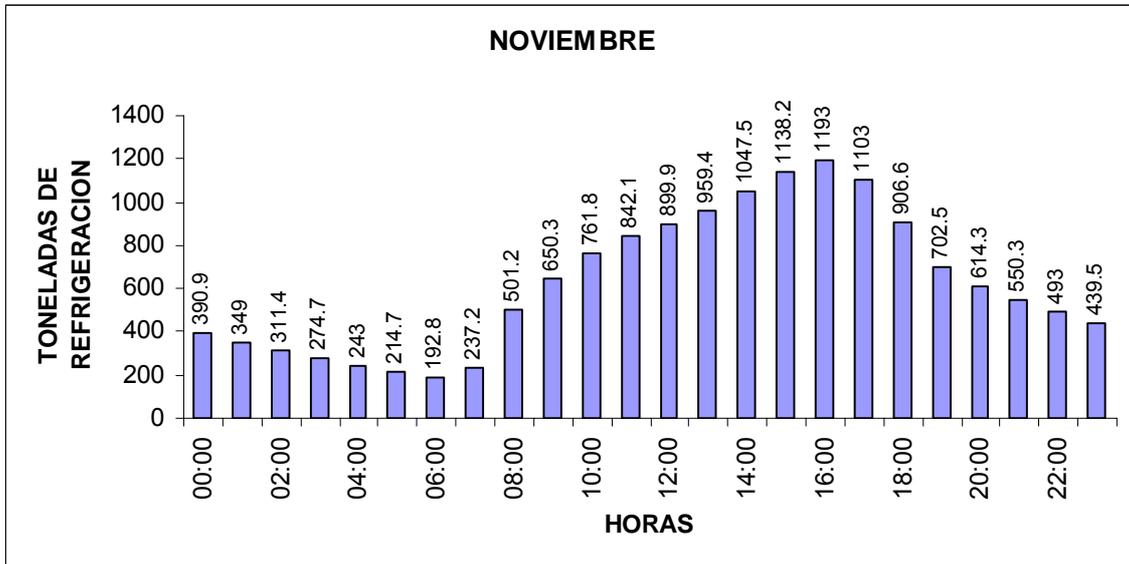


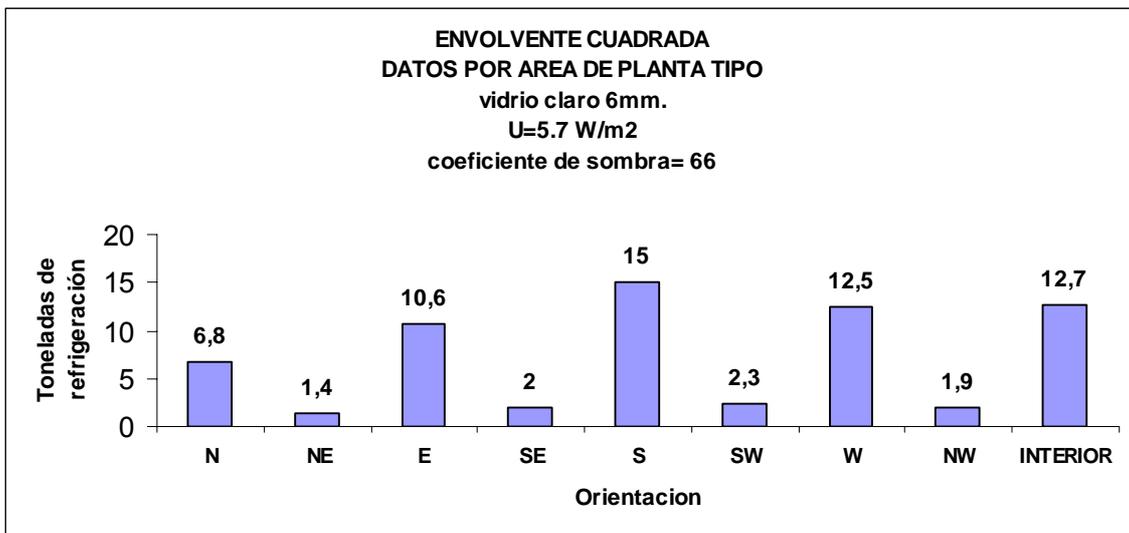
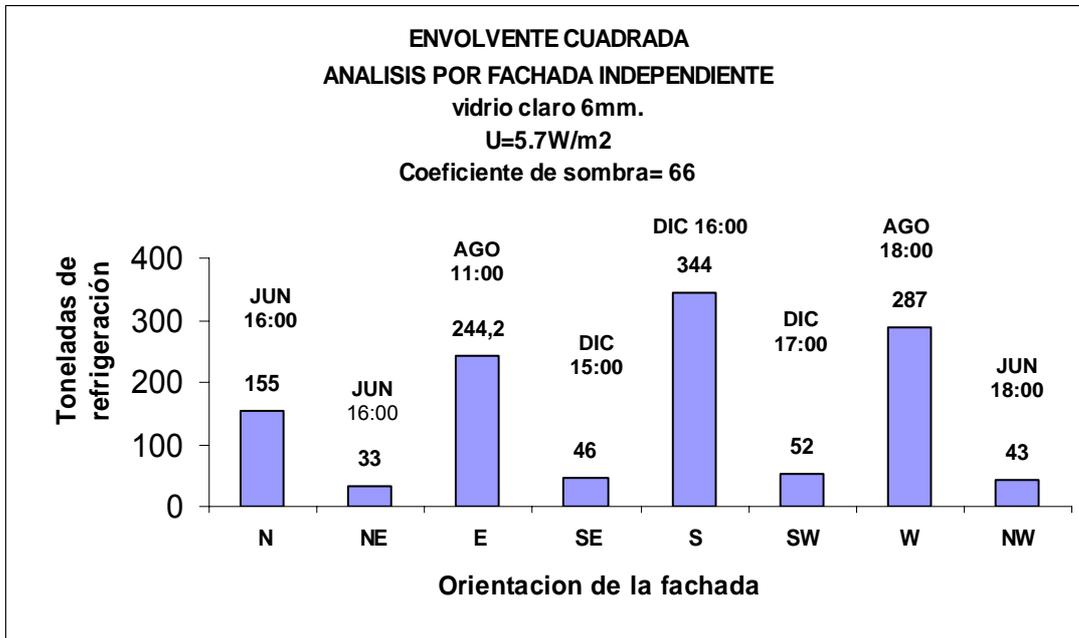


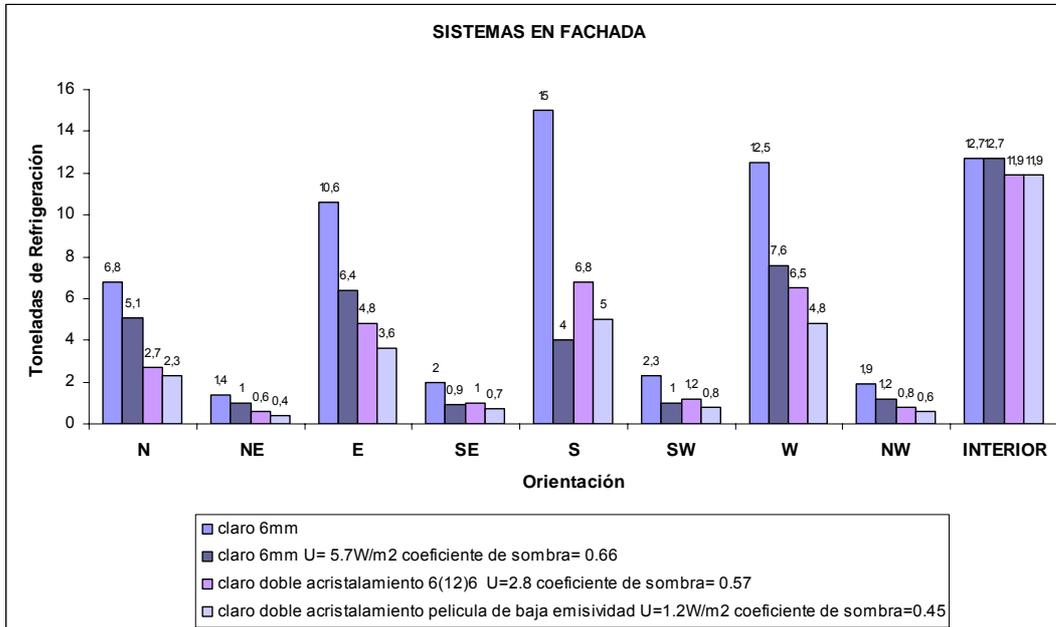












Análisis:

Es importante aclarar que los resultados de las simulaciones corresponden a un edificio supuesto considerando todos los datos climáticos y temperaturas planteadas en Santa Fe México DF partiendo de una envolvente 100% vidrio claro. Las simulaciones mantienen la misma orientación inicial del edificio pero variando su forma.

Edificio Cuadrado

Los resultados de la primera simulación de la planta cuadrada con vidrio claro arrojaron en la planta tipo mayor toneladas de refrigeración en la fachada sur con 11.6 toneladas en una planta tipo, después en la oeste con 10.9 seguida por la este con 7.7 toneladas y finalmente la norte; mientras que la esquina suroeste es la que más ganancia de calor recibe, seguida por la sureste, por otro lado las esquinas noreste y noroeste se comportaron sobre el mismo rango de resultados.

La fachada sur y oeste resultaron las más afectadas por la ganancia solar.

En el análisis del edificio por mes considerando una envolvente de 100% vidrio claro los resultados arrojaron como hora pico promedio donde el edificio requiere mayor demanda del equipo de aire acondicionado a las cuatro de la tarde, el valor mayor en el año se da en **octubre con 1207** toneladas seguido de noviembre y septiembre y el menor en abril con 1064 toneladas.

Por orientación de fachada los resultados obtenidos demuestran que la fachada sur alcanza su máxima ganancia solar en diciembre, la este y oeste en agosto y la norte en junio, mientras que la esquina sureste y suroeste en diciembre la noroeste y noreste alcanzan mayor calentamiento en junio.

Al rotar el edificio a cada 22.5 grados que es el ángulo de rotación mínimo que permite el programa los resultados favorecieron la rotación a 67.5 grados con el valor más bajo, seguido de 22.5 grados, mientras que su posición original resultó en tercer lugar, la más desfavorable fue la posición a 45 grados.

En las gráficas donde se alteran las propiedades térmicas del vidrio en la envolvente se demostró que la fachada sur puede bajar su demanda en toneladas hasta la mitad partiendo de una envolvente con cristal claro con respecto a vidrios eficientes.

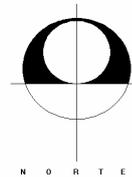


5.2 Análisis de edificio de oficinas con envolvente rectangular

DATOS DEL EDIFICIO

1	2	3
8	9	4
7	6	5

AREA CONSTRUIDA	1,250.00
AREA SERVICIOS	180.00
AREA NETA UTIL	1,070.00



PLANTA TIPO 1 AL 22	
AREA	1250
SERVICIOS	180
AREA	M2
1	9.00
2	132.00
3	9.00
4	57.00
5	9.00
6	132.00
7	9.00
8	57.00
9	1070.00

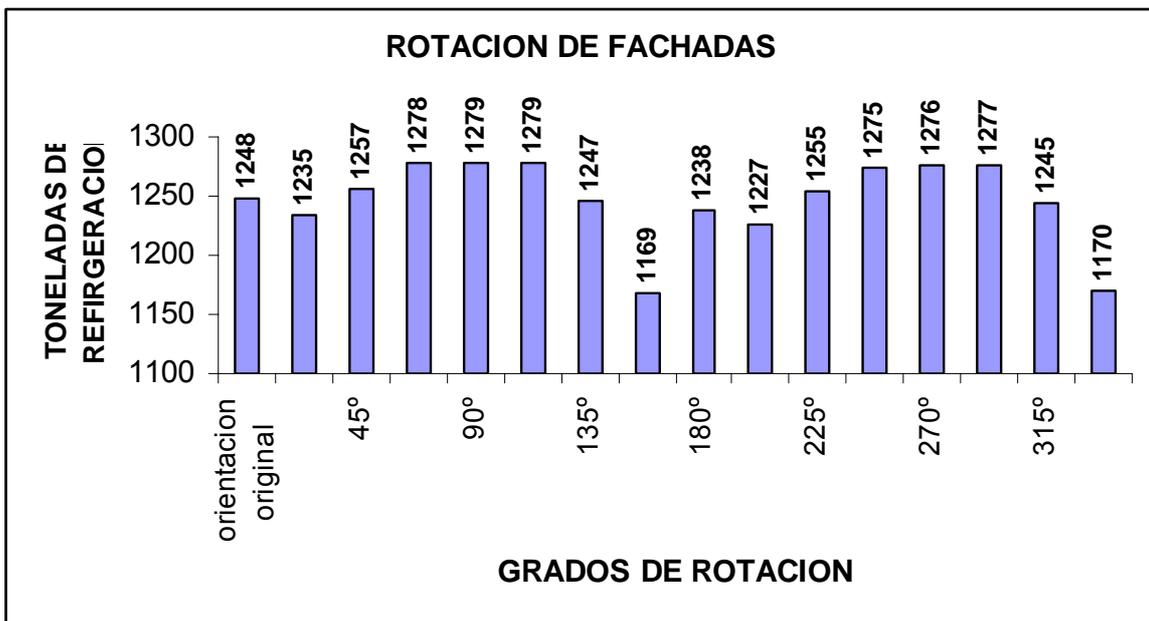
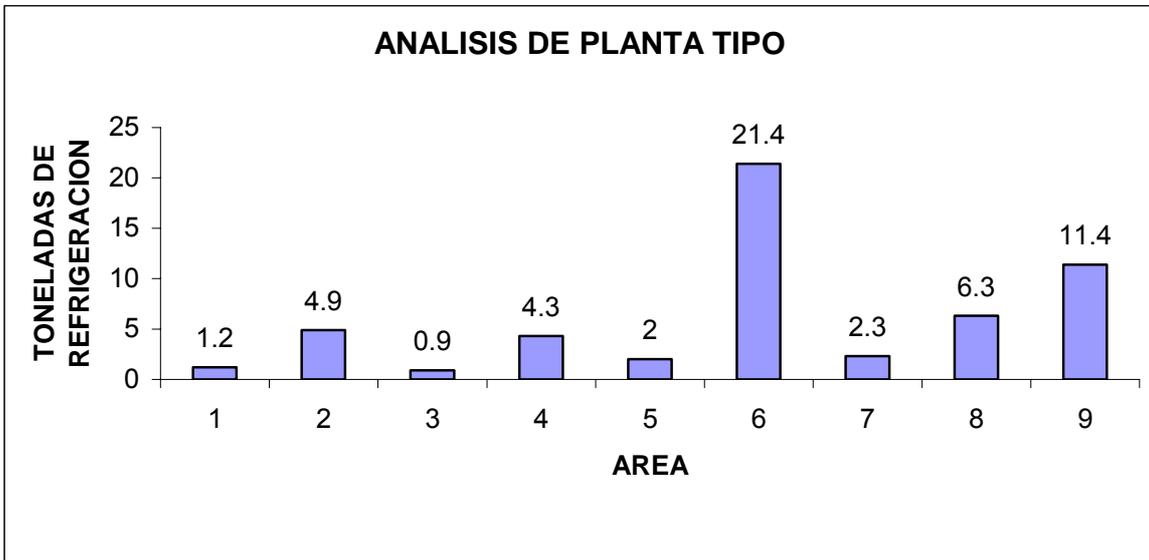
10 A 12 de fachada a interior
OCUPANTES: 8:00 am a 6:00 pm
OCUPANTES 2: 5:30 am a 7:00 pm
75 ft2 por persona máximo

PLANTA TIPO 23	
AREA	1250
SERVICIOS	180
AREA	M2
1	9.00
2	132.00
3	9.00
4	57.00
5	9.00
6	132.00
7	9.00
8	57.00
9	1070.00

200 m2 por persona en privados
20 ft2 por persona en sala de juntas

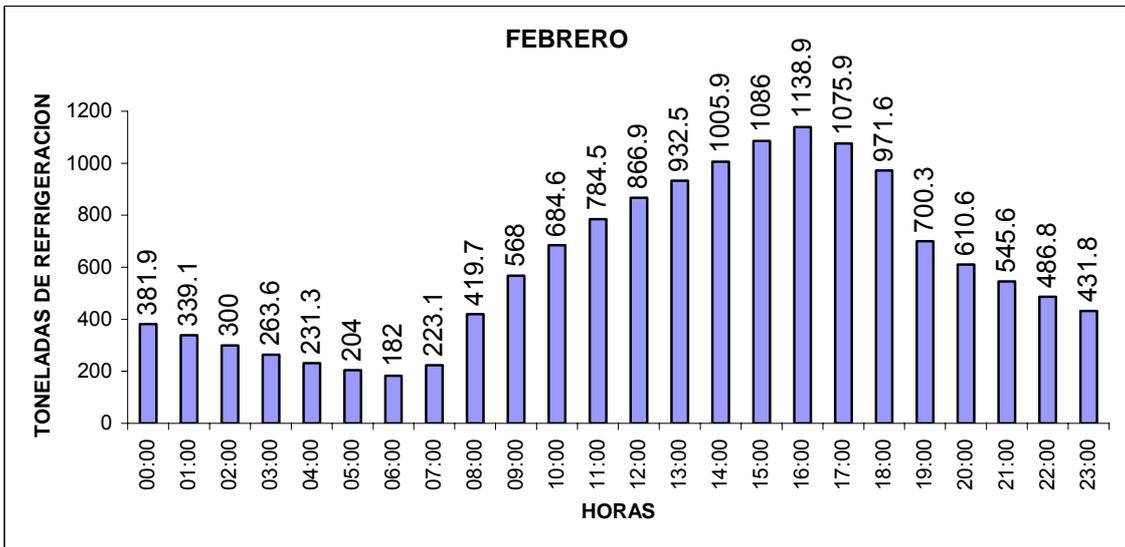
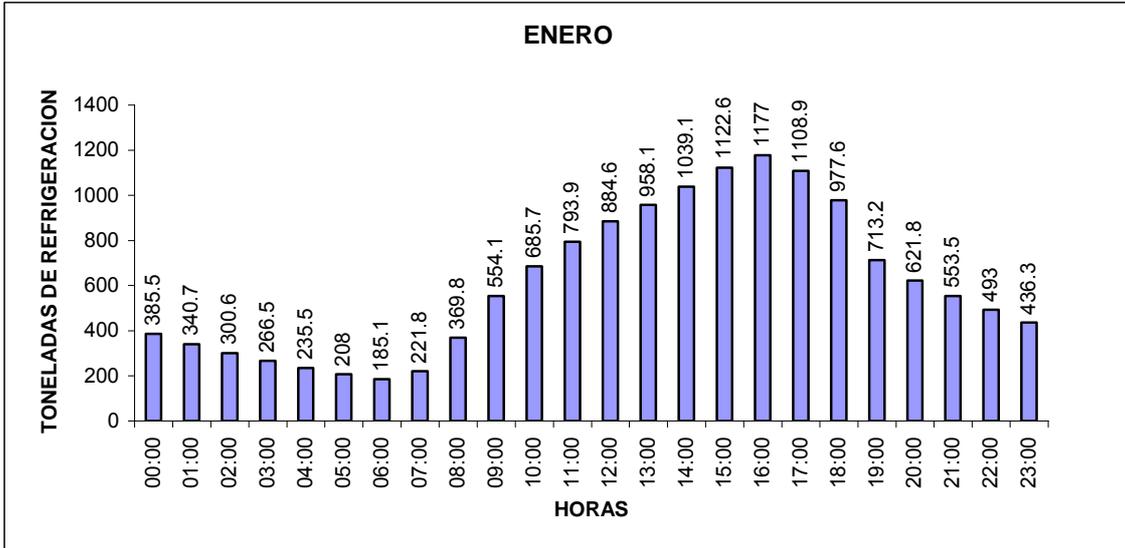
ILUMINACION

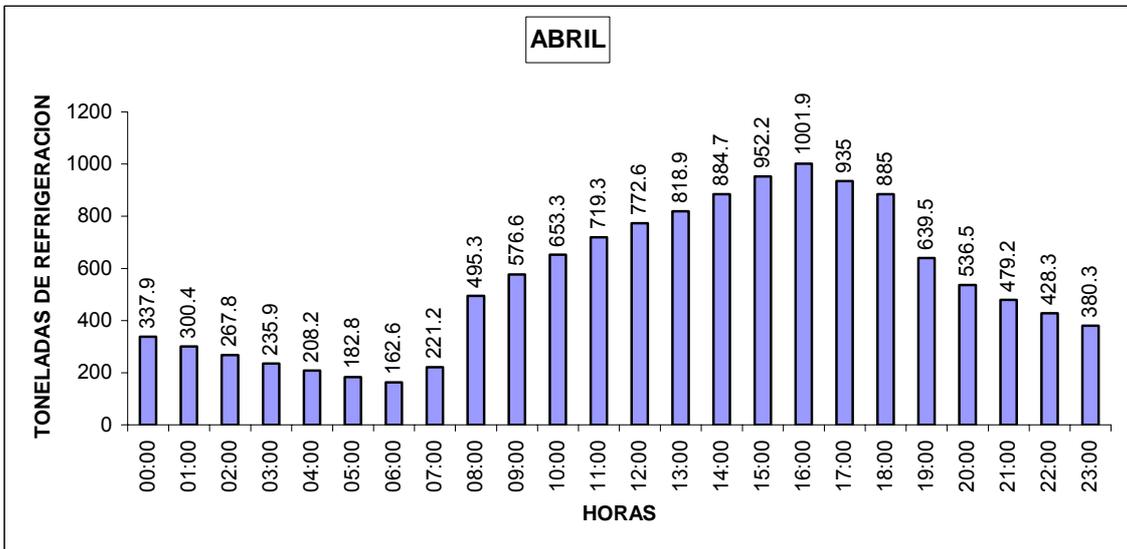
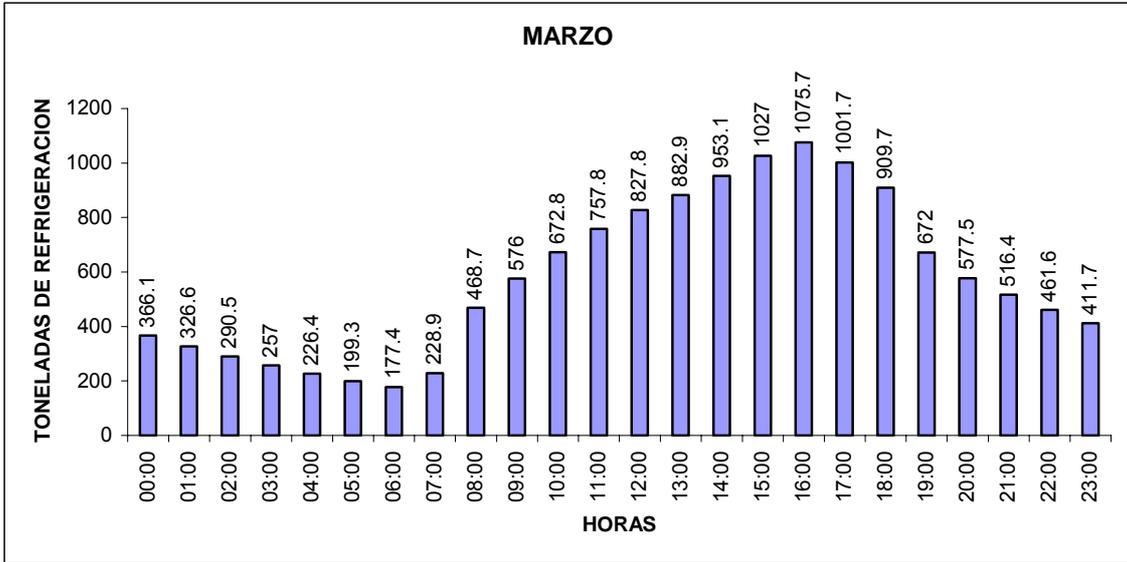
De 1 a 5 watts m2
De 5 a 10 watts m2 con equipo eléctrico

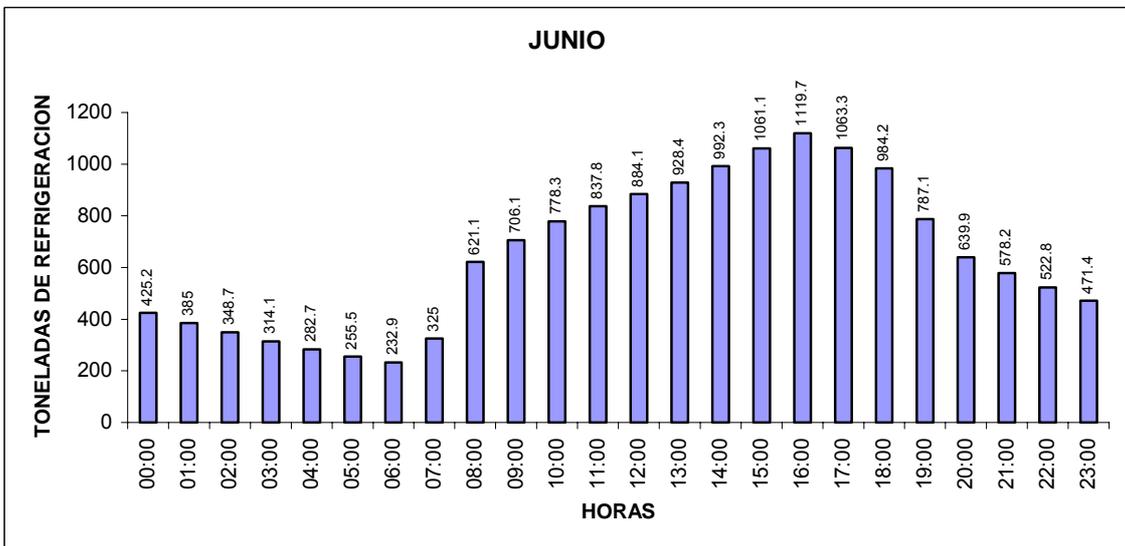
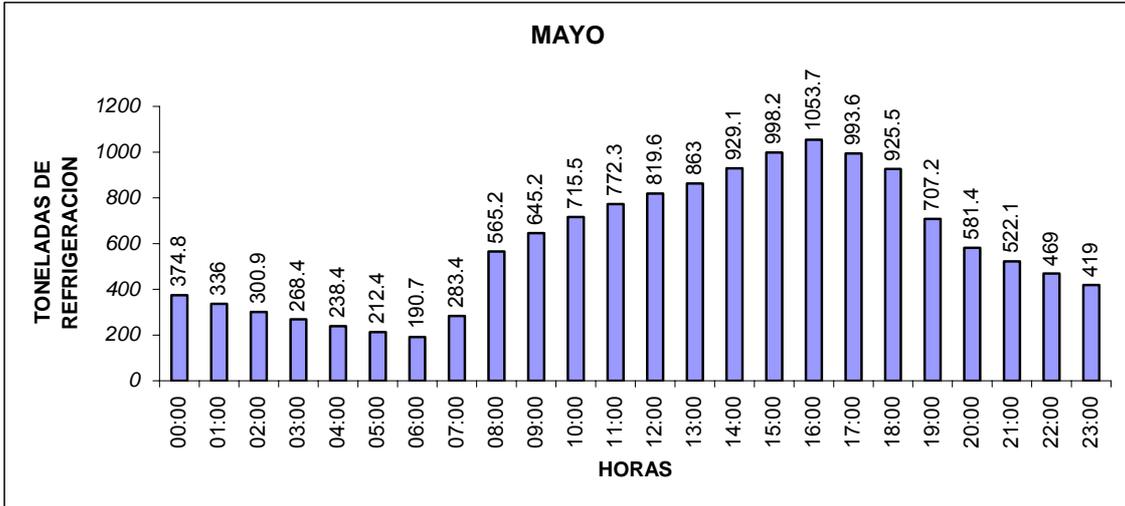


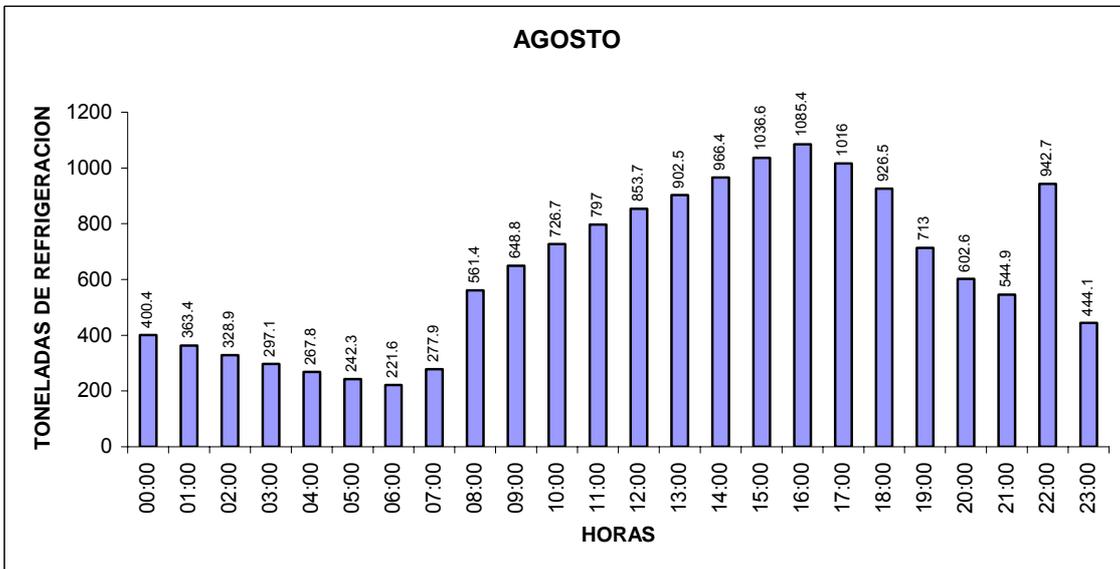
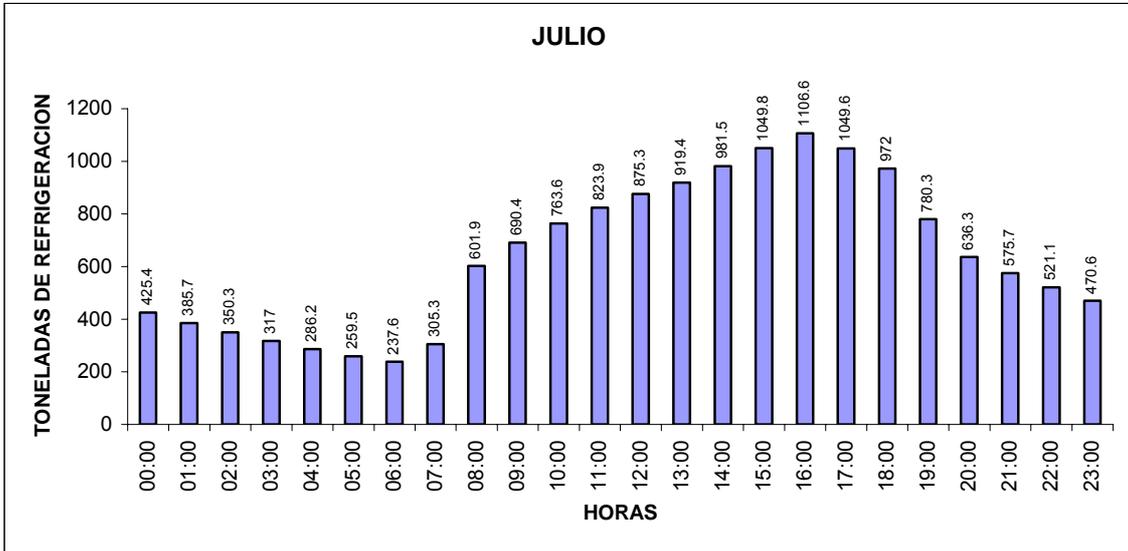


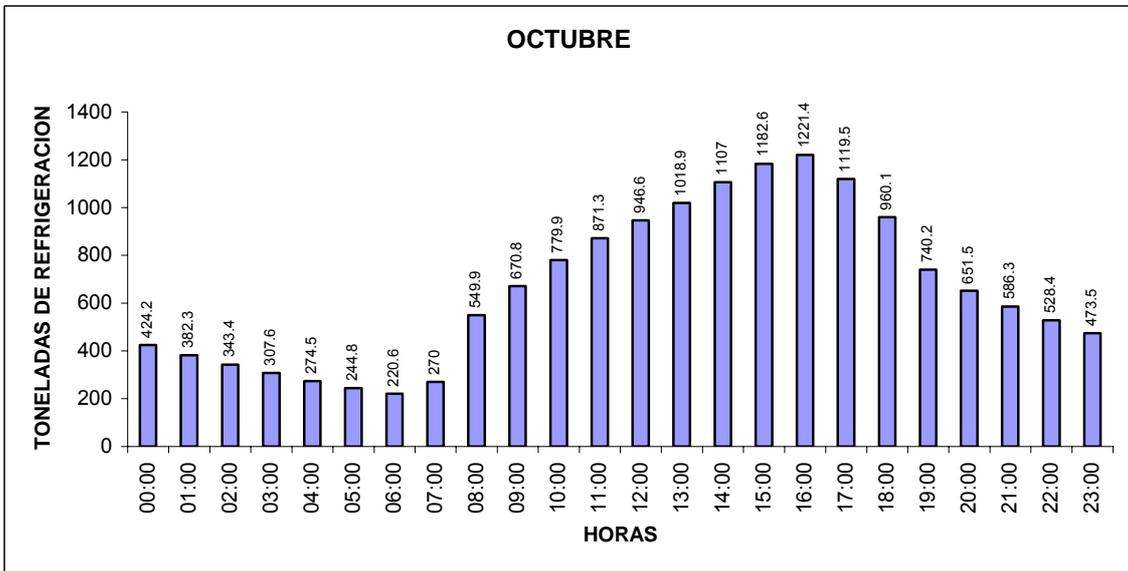
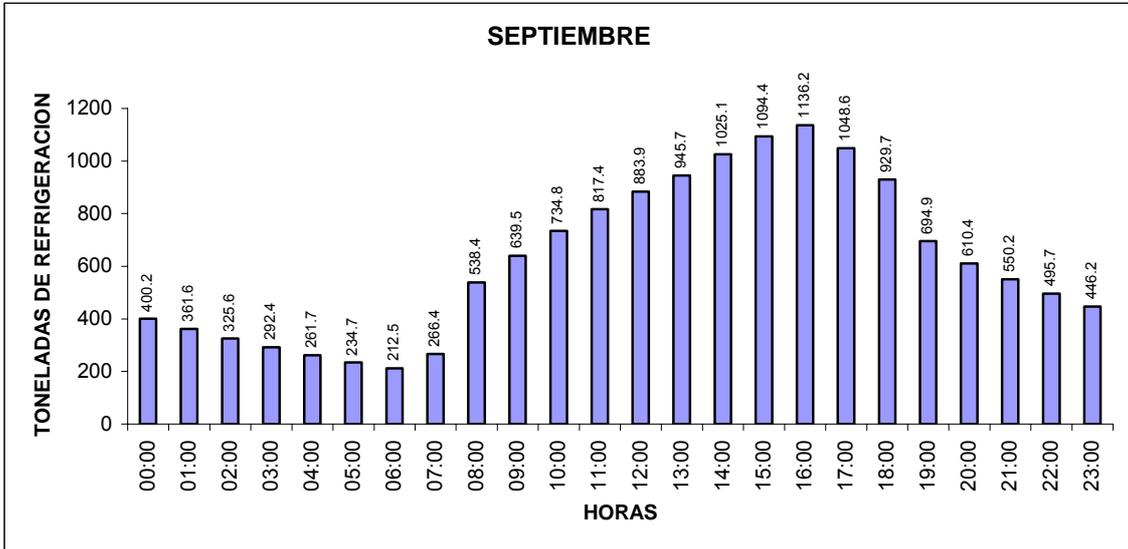
ANALISIS POR MES

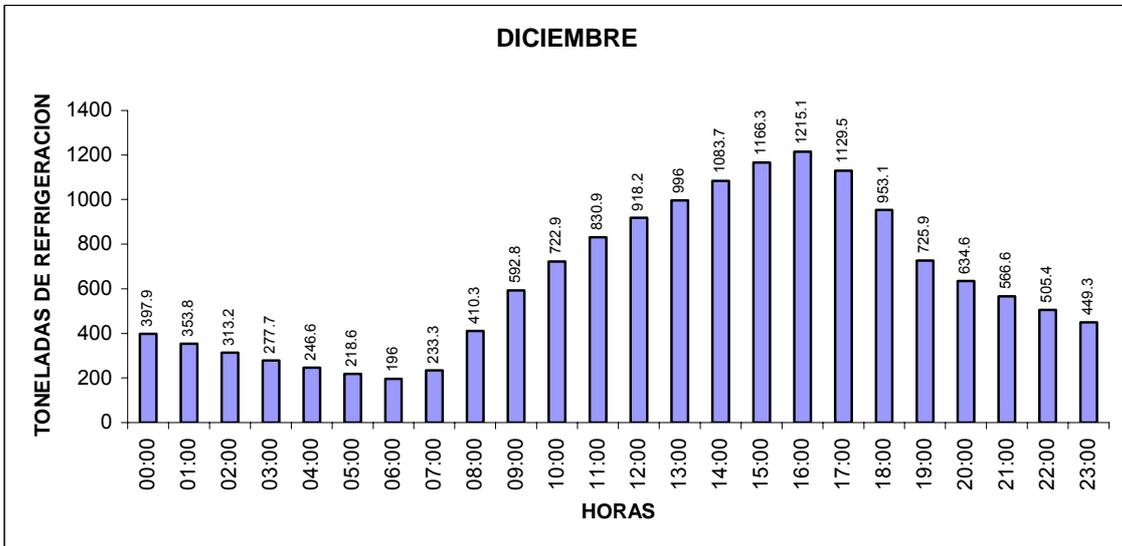














Análisis:

Es importante aclarar que los resultados de las simulaciones corresponden a un edificio supuesto considerando todos los datos climáticos y temperaturas planteadas en Santa Fe México DF partiendo de una envolvente 100% vidrio claro. Las simulaciones mantienen la misma orientación inicial del edificio pero variando su forma.

Edificio Rectangular

Los resultados de la primera simulación de la planta cuadrada con vidrio claro arrojaron en la planta tipo mayor toneladas de refrigeración en la fachada sur con 21.4 toneladas en una planta tipo, después en la oeste con 6.3 seguida por la norte con 4.9 toneladas y finalmente la este con 4.3; mientras que las esquinas suroeste y sureste están sobre el mismo rango, las esquinas noreste y noroeste arrojan los resultados más bajos.

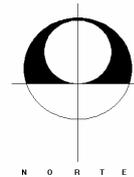
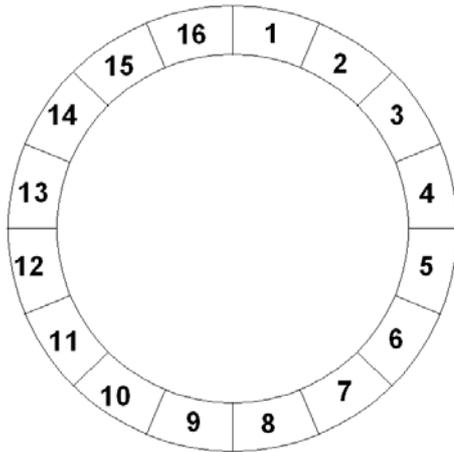
La fachada sur y oeste resultaron las más afectadas por la ganancia solar.

En el análisis del edificio por mes considerando una envolvente de 100% vidrio claro los resultados arrojaron como hora pico promedio donde el edificio requiere mayor demanda del equipo de aire acondicionado a las cuatro de la tarde, el valor mayor en el año se da en **Noviembre con 1248** toneladas seguido de octubre y diciembre y el menor en abril con 1001 toneladas.

Al rotar el edificio a cada 22.5 grados que es el ángulo de rotación mínimo que permite el programa los resultados favorecieron la rotación a 157.5 grados con el valor más bajo de 1169, seguido de 202 grados, mientras que la rotación a 90 grados con respecto a su posición original resultó la más desfavorable con 1279 toneladas.



5.3 Análisis de edificio de oficinas con envolvente circular



Distribución de las áreas

piso tipo	m2	orientación
1	11,25	N
2	11,25	NNE
3	11,25	NE
4	11,25	ENE
5	11,25	E
6	11,25	ESE
7	11,25	SE
8	11,25	SSE
9	11,25	S
10	11,25	SSW
11	11,25	SW
12	11,25	WSW
13	11,25	W
14	11,25	WNW
15	11,25	NW
16	11,25	NNW
17	1070	CENTRO

AREA CONSTRUIDA 1,250.00

AREA SERVICIOS 180.00

AREA NETA UTIL 1,070.00

10 A 12 de fachada a interior

OCUPANTES: 8:00 am a 6:00 pm

OCUPANTES 2: 5:30 am a 7:00 pm

75 ft2 por persona máximo

200 m2 por persona en privados

20 ft2 por persona en sala de juntas

ILUMINACION

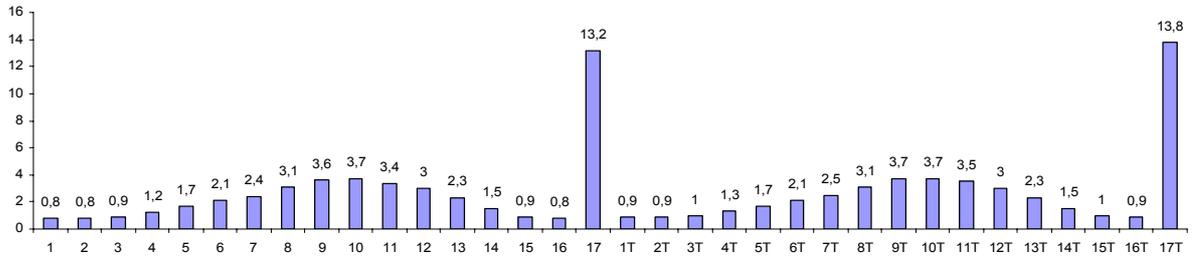
De 1 a 5 watts m2

De 5 a 10 watts m2 con equipo eléctrico

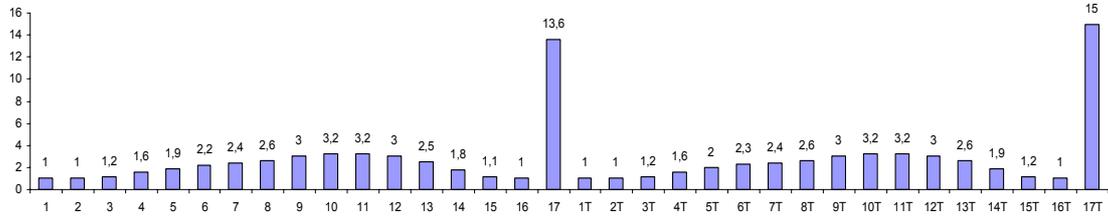


ANALISIS POR MES

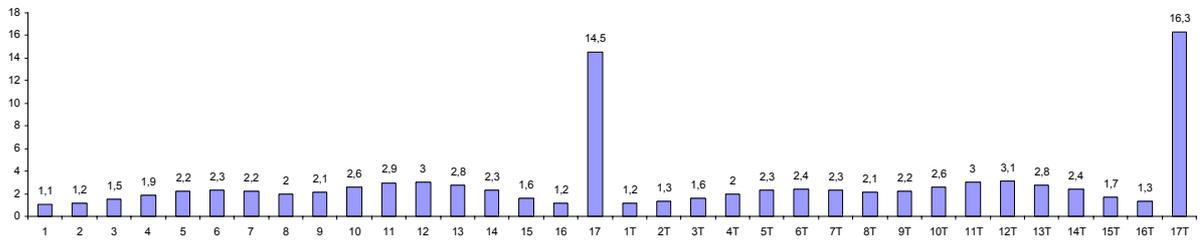
ENERO



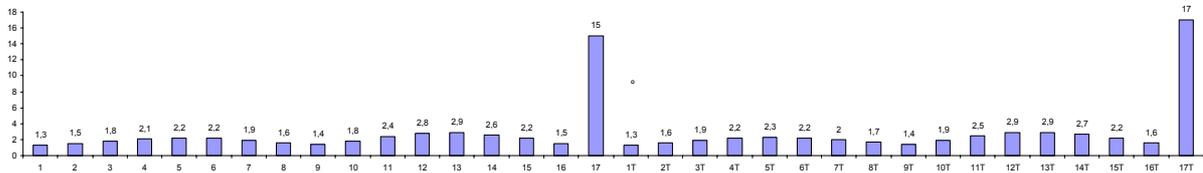
FEBRERO



MARZO

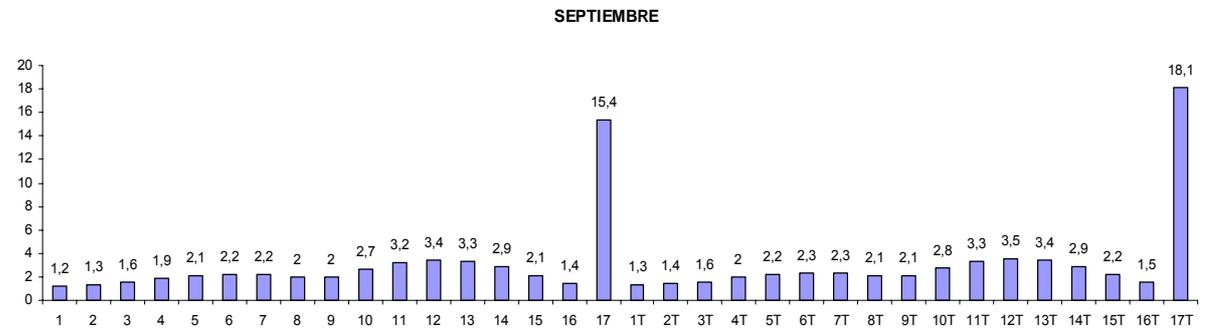
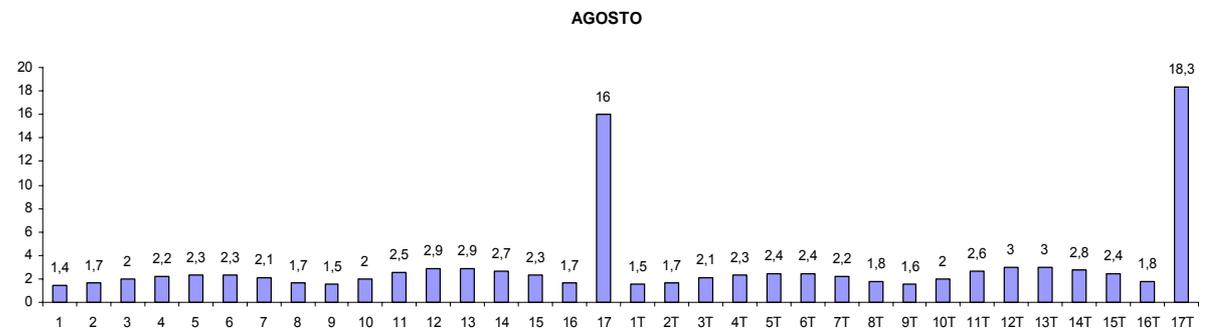
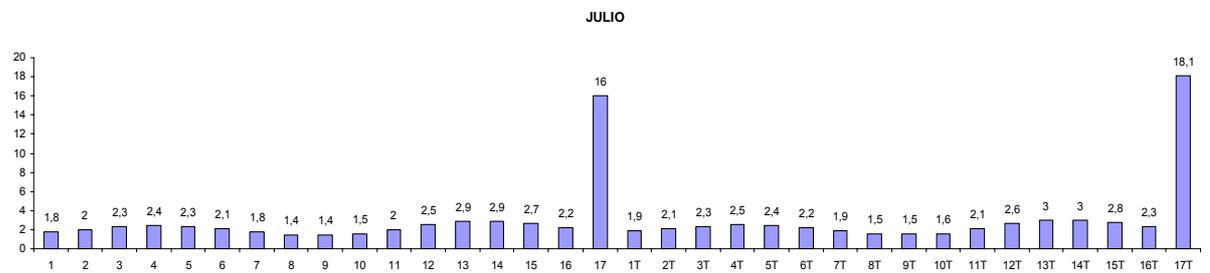
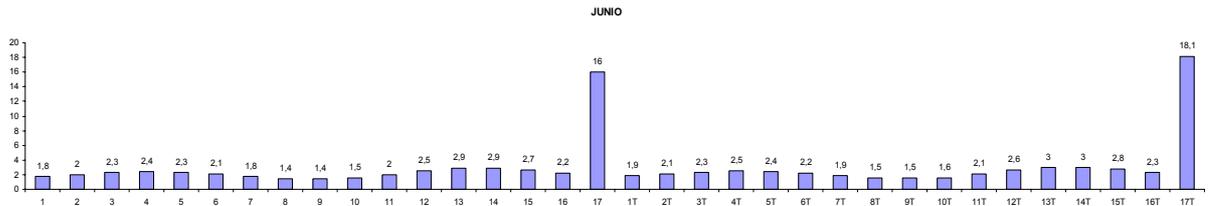
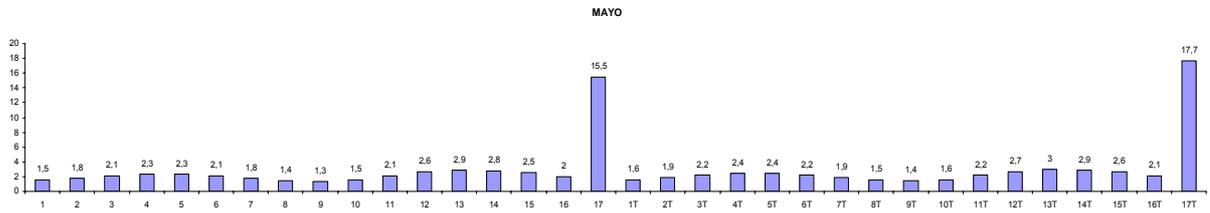


ABRIL



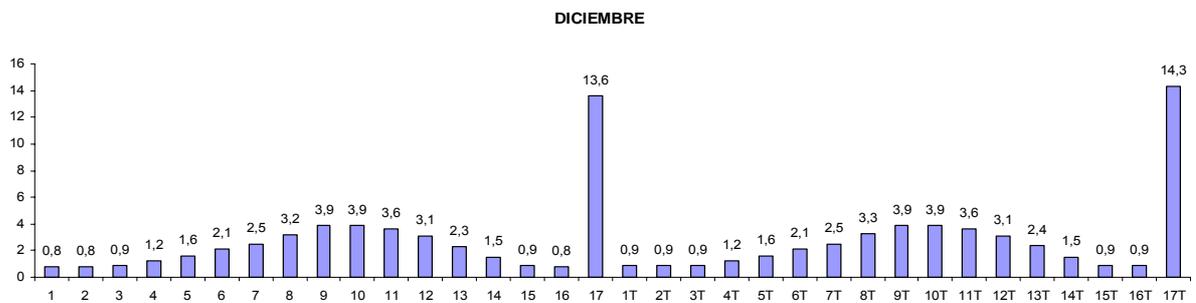
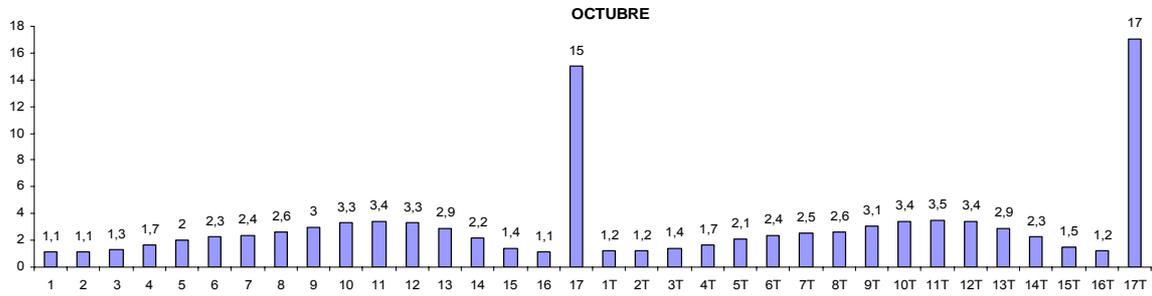


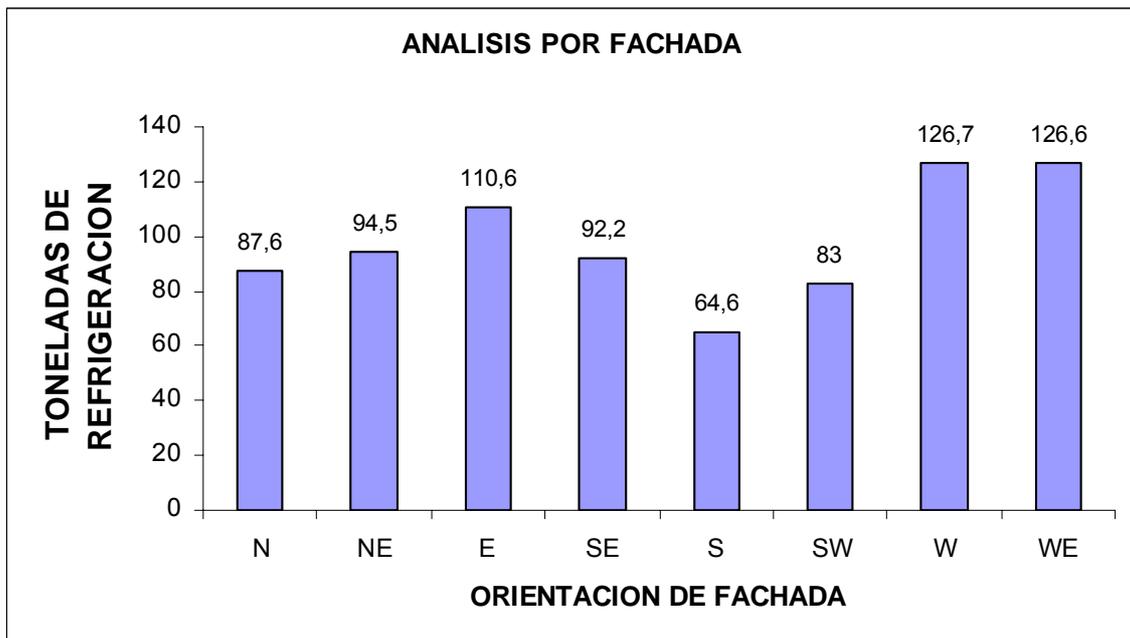
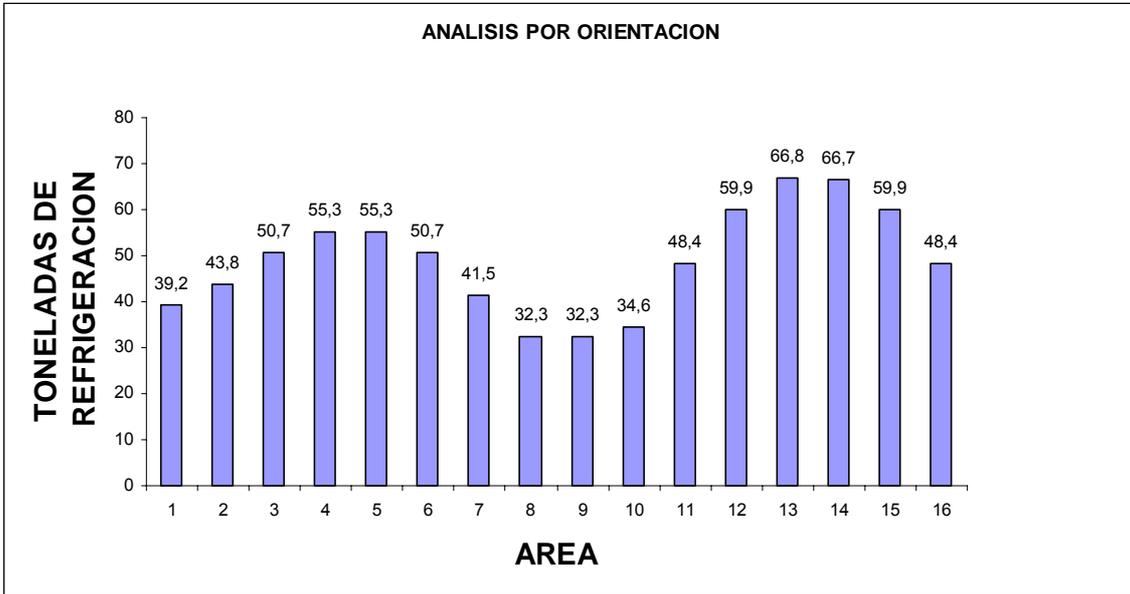
sistemas en fachadas

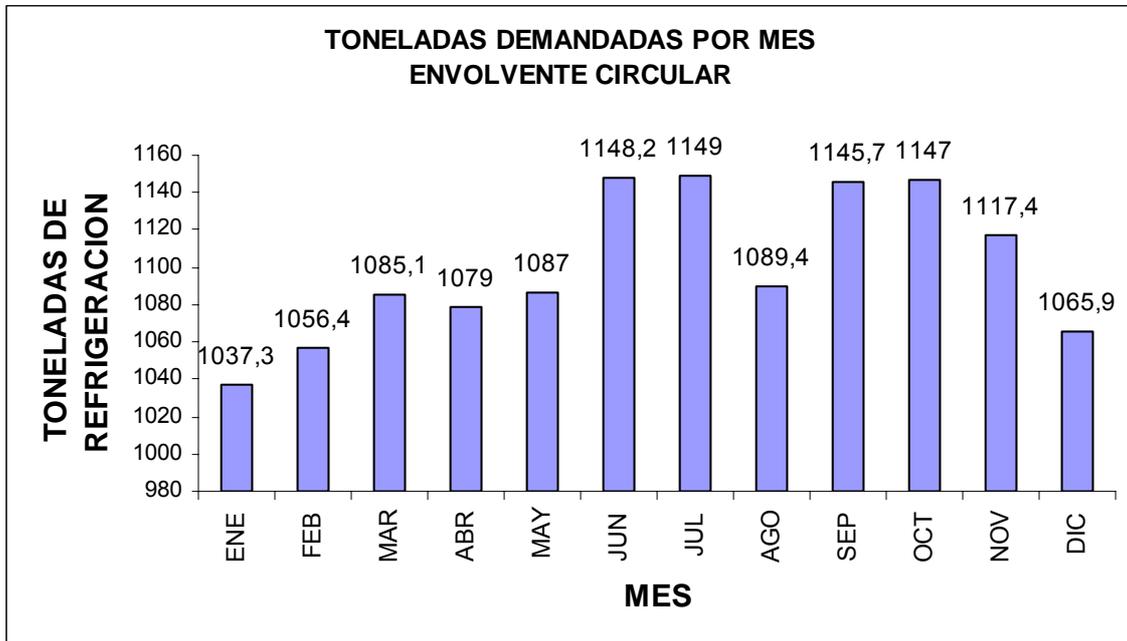




sistemas en fachadas







Edificio Circular

Los resultados de la primera simulación de la planta cuadrada con vidrio claro arrojaron en la planta tipo mayor toneladas de refrigeración en los segmentos de fachada sur y oeste en planta tipo.

La fachada sur y oeste resultaron las más afectadas por la ganancia solar.

En el análisis del edificio por mes considerando una envolvente de 100% vidrio claro los resultados arrojaron como hora pico promedio donde el edificio requiere mayor demanda del equipo de aire acondicionado a las cuatro de la tarde, el valor mayor en el año se da en **Julio con 1149** toneladas de refrigeración.

Al tratarse de un edificio circular los datos precisos de cada segmento deberán consultarse en las graficas anteriores sin embargo los segmentos de la fachada oeste y sur resultaron los más afectados.

Como conclusión general el edificio circular tiene los resultados más bajos en la simulación base, seguido por el cuadrado y finalmente el rectangular.



CONCLUSIONES GENERALES

La industria de la construcción representa el 40% de las emisiones de dióxido de carbono y un 70% de la contaminación mundial.

La fachada como un sistema

La envolvente funciona como un sistema integrado por subsistemas, que trabajan en conjunto, al entender el funcionamiento de cada uno de los elementos es posible plantear una estrategia de diseño sustentable que logre mejores resultados.

Los sistemas estrechamente relacionados con la envolvente de un edificio son el sistema de aire acondicionado, sistemas naturales, sistema constructivo y propiedades de los materiales, sin embargo a la envolvente se puede integrar tantos sistemas y funciones como la creatividad, presupuesto y tecnología con la se cuenten lo permitan.

En la evolución de los sistemas en fachada se fueron integrando elementos que fueron diseñados para la industria automotriz y aeronáutica; lo que nos da una visión de lo flexible y lo experimental que resulta desarrollar un sistema complejos

En nuestro país se requiere de talleres y centros de simulación experimental avanzados en los que se puedan desarrollar sistemas o tecnologías para el ahorro de energía enfocada a la industria de la construcción.

La tendencia vertical que se esta dando en las grandes ciudades incluyendo México demanda también soluciones complejas en la que la dimensión de la envolvente requiere mayor atención convirtiéndose en un elemento importante para implementar estrategias bioclimáticas.

La fachada se relaciona directamente con nuestro propio sistema, el del ser humano, al funcionar la envolvente del edificio como nuestra segunda piel requiere en cada proyecto un análisis completo del funcionamiento simultáneo de los mismos.

Por otro lado la envolvente es un elemento de conexión sensorial importante del ser humano con el exterior, le brinda un espacio de confort y saludable que mejora el rendimiento de los usuarios; además mantiene en contacto con las vistas exteriores y enterado de lo que sucede en el contexto exterior.

Después de la relación de importancia con el sistema del ser humano, esta resulta un elemento que afecta directamente la eficiencia y dimensión de los equipos de aire acondicionado, que a su vez representa el 60 % de consumo de energía de un edificio.

Las estrategias generales que se pueden plantear en un sistema global se considera el sistema constructivo, sistema de control inteligente, sistemas pasivos de climatización, materiales, nuevas tecnologías y las estrategias para la quinta fachada; todas estas estrategias considerando la economía de nuestro país, la tecnología y clima con la que contamos, pero además se requiere un desarrollo creativo de ideas que permitan crear edificios más eficientes con menos recursos.

Como resultados importantes al trabajar la fachada con otros sistemas están el ahorro de energía, disminuir el efecto isla de calor, captación de agua pluvial, protección e integración del hábitat, mejores niveles de confort en el interior, contacto sensorial con el exterior, ahorro de agua y mejores niveles de iluminación natural entre los más representativos.



La aportación internacional

Del desarrollo de las envolventes de otros países podemos tomar y aprender de varias estrategias, tecnologías aplicadas a los edificios, el desarrollo de sistemas complejos en fachadas se han desarrollado en países con climas extremos donde en invierno alcanzan temperaturas bajo cero y en verano hasta 30 grados centígrados y la envolvente juega un papel importante para regular y reaccionar ante climas variables; en la ciudad de México el clima no es extremo, lo que permite tomar de estos ejemplos internacionales criterios que se pueden aplicar a nuestro país con sistemas menos complejos.

Arquitectos como Norman Foster, Richar Rogers, Renzo Piano, Ken Yeang , Cesar Pelli, Toyo Ito ente otros, así como edificios desarrollados en Europa han logrado un avance importante en cuanto a tecnología en fachadas se refiere, aportaciones importantes son los sistemas automatizados y software para manipular elementos integrados a la envolvente, base de datos del clima del sitio, equipos de medición meteorológica en el edificio, forma de la envolvente a favor de los vientos, paisaje vertical, integración de atrios que trabajan con la envolvente, jardines interiores en conexión con la fachada, sistemas naturales de ventilación, diseño y solución exclusivo en cada una de las fachada, funcionamiento de sistemas pasivos y mecánicos en la solución de Ventilación, calefacción y aire acondicionado de un edificio, identificar zonas de alta y baja presión.

Dividir verticalmente la envolvente y solucionar cada zona con diferentes condiciones exteriores (zona baja, alta y media), manejar la envolvente como un filtro del exterior con el interior, integrar en la etapa conceptual y de diseño talleres de experimentación de módulos de fachada, lograr el usos de sistemas mecánicos solo bajo temperaturas muy altas o bajas, integración de celdas fotovoltaicas, lets y sensores fotoeléctricos a la envolvente y trabajar en conjunto con otras ingenierías para incluso desarrollar piezas especiales para sistemas de fachadas complejos.

Como aportación internacional en cuanto a sistemas de medición de un edificio y su clasificación para considerar a la envolvente y edificio como ahorrador de energía esta LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), el cual se ha convertido en un punto de partida importante a nivel internacional, la relación que tienen las categorías y créditos LEED esta ligadas con la envolvente en un 50% del total de créditos requeridos. Para edificios de oficinas el sistema LEED que mejor funciona para la envolvente es LEED Core&Shell versión 2.0 el cual se enfoca a edificios en los que el propietario tiene control solo sobre la envolvente, núcleos de servicios y sistemas o equipos centrales.

La aportación de la envolvente en los créditos LEED Core&Shell v2.0 son la disminución del efecto isla de calor, captación de agua de lluvia y reducción de agua potable, ahorro de energía, medición y verificación de los sistemas del edificio, uso de materiales con contenido de reciclaje y de la región, mejores niveles de calidad del aire interior, materiales no contaminantes al medio ambiente, diseño y verificación térmica del edificio, iluminación natural y vistas. Además de integrarse de formas mas indirecta a otros créditos de LEED.

Para el 2009 LEED esta presentando ajustes en sus sistemas de medición por lo que será importante consultar la página oficinas del USGBC para mayores detalles.



Las fachadas en México.

En México el desarrollo de sistemas en fachadas enfocados al ahorro de energía esta en la etapa inicial, se esta implementado el sistema LEED en varios edificios que hoy en día están en proceso de certificación y construcción, los despachos lideres en el diseño de edificios ahorradores de energía y certificación LEED en México son Edmonds Internacional Ltd, HOK México, Artidi RTD arquitectos, el despacho de José Picciotto Cherem e ingenierías como Integra Diseño y construcción, CYVSA, S.A. de C.V., DYPRO Y AKF ingenieros entre los más importantes. La arquitectura de estos despachos destaca por el uso del vidrio en edificios de oficinas, las cuales fueron analizadas en los capítulos anteriores.

Como aportaciones y conclusiones en el diagnostico de las fachadas en México estan: el tomar muy en cuenta el clima en nuestro país, el cual no requiere de sistemas complejos para climas extremos, trabajar soluciones creativas más que costosas para nuestro país, trabajar desde el diseño conceptual con las ingenierías involucradas haciendo una nueva forma de trabajo en equipo, crear conexiones más directas con el medio exterior ya que nuestro clima lo permite, desarrollar trabajo interdisciplinario para crear soluciones innovadoras a los sistemas constructivos, analizar el ciclo de vida del edificio , considerar la inversión y presupuesto con el que se cuenta.

En México la arquitectura verde no responde a reglamentos o apoyos gubernamentales ni mucho menos a conciencia, responde a la mercadotecnia ligado al mercado inmobiliario, a la oferta y demanda, pero como una de las grandes ciudades del mundo la arquitectura tiene el reto de entender el cambio climático y aportar soluciones inmediatas.

Estamos aprendiendo de las corrientes internacionales y adaptando soluciones a nuestro propio clima y tecnología, el edificio HSBC es el edificio de oficinas en México con certificación LEED, a pesar de seguir esta tendencia internacional México también cuenta con el "Green Building Council México" pero sin embargo no se ha desarrollado un sistema enfocado a México que responda a los problemas específicos del país.

Para Despachos de arquitectos, ingenierías y constructores este paso ha representado un esfuerzo extra en el entendimiento de LEED y en la adecuación de servicios, propiedades de materiales y sobre todo forma de pensar para integrarse al proceso de certificación y cumplir con los prerrequisitos, créditos, estándares y estrategias que se requieren.

En la industria de las fachadas el vidrio, aluminio y el sistema constructivo están muy ligados, México cuenta con tres plantas principales en la producción y manufactura del vidrio, así como con la tecnología en la producción de perfiles de aluminio que permiten u contacto directo y flexibilidad en el diseño para cada fachada en específico.

Hace falta tener intenso contacto con empresas para conocer el proceso de fabricación de los materiales para conocer las propiedades de los mismos, sus alcances y limitaciones, también entender en que etapa se puede trabajar en conjunto con estas empresas y fabricas como el diseño de perfiles o con el vidrio. Con esta comunicación podemos lograr menos desperdicios, mayor, eficiencia y amplio conocimiento en el proceso de fabricación para la toma de decisiones y de estrategias en la envolvente.

Sobre las normas en México ligadas con la envolvente destaca la NOM-008-ENER referente a eficiencia energética en edificaciones, la cual ha tenido poca difusión en México, la mayoría de los despachos conocen poco sobre esta norma y no la aplican a los proyectos, una vez más se requieren mejores programas de apoyo a la construcción para la implementación de estrategias bioclimáticas en nuestra ciudad.



Las simulaciones

Como aportación importante en el documento y una vez entendido el funcionamiento de los elementos del sistema de fachada, también fue importante sentir por medio de una simulación como se comportaba la envolvente ante diferentes variaciones, es decir como los resultados de estas simulaciones darían una visión completa para entender el funcionamiento de la misma y ayudarían a la implementación exacta de estrategias de diseño bioclimático partiendo de un análisis previo que determinen los retos a desarrollar.

Los resultados de las simulaciones confirmaron que la variación en forma de una envolvente representa significativamente un ahorro de energía, pero también el rotar a ciertos grados el edificio puede aumentar problemas de consumo energético.

En el proceso de certificación LEED se requiere precisamente un modelo de energía con el que compruebe el ahorro que se logro en el proyecto, este ejercicio tiene como objetivo analizar la envolvente para detectar las superficies y orientaciones críticas en las que se deben implementar los elementos que ayuden a reducir la ganancia de calor, así como asegurar que estrategia funciona excelente para cada fachada, orientación o zona vertical en la que se ha dividido el edificio.

Esta herramienta también nos ayuda a plantear varias soluciones y estrategias que hacen flexible la comunicación con ingenierías atacando problemas específicos a resolver y sabiendo anticipadamente el resultado.

En las simulaciones que se desarrollaron en la investigación considerando tres edificios con las mismas características y variando su forma y posición, los resultados reflejaron que el edificio circular tiene los resultados más bajos en la simulación base, seguido por el cuadrado y finalmente el rectangular.

Se logro disminución de ganancia de calor al rotar los edificios a otras posiciones, también se logro hasta un 50% menos ganancia de calor al implementar estrategias en las fachadas que resultaron más críticas.

Para el edificio cuadrado el valor mayor en el año se da en octubre con 1207 toneladas seguido de noviembre y septiembre y el menor en abril con 1064 toneladas.

El valor mayor en el año en el edificio rectangular se da en Noviembre con 1248 toneladas seguidas de octubre y diciembre y el menor en abril con 1001 toneladas.

Finalmente el valor crítico en el año para el edificio circular se da en Julio con 1149 toneladas de refrigeración.

La tendencia en horario coincide en la mayoría de las simulaciones a las cuatro de la tarde, siendo las fachadas más afectadas la sur y la oeste.

Se concluye que se puede logara un sistema de fachada tan eficiente y detallado como se quiere, existe las herramientas para lograrlo, existen las ingenierías y la tecnología en México, no hay que olvidar que el quipo de diseño ha crecido integrando de forma mas directa a las ingenierías y sistemas constructivos.



El futuro de las fachadas en México.

La investigación aporta una visión amplia del funcionamiento de la fachada como sistema, sin embargo quiero citar algunos temas que requieren de investigación y desarrollo en México y son de suma importancia para integrarse al tema de las fachadas.

Se requiere del desarrollo de documentos y base de datos del clima de nuestro país, tener al día y de forma digerida los resultados de las estaciones meteorológicas de la ciudad de México.

Se necesitan datos climáticos en México estandarizados, es decir del que se tomen datos todas las industrias, ingenierías y profesionistas que lo requieran, trabajando todos bajo un mismo estándar.

El desarrollo del tema de las propiedades de los materiales que se encuentran en México, así como las plantas productoras, contactos, las propiedades de los materiales y el equipo par hacer estas mediciones. Contar con datos por categorías de los materiales más nobles que no afectan al medio ambiente, la conexión, aportaciones y servicios con empresas que extraen y manufacturan materiales para la industria de la construcción.

El desarrollo a profundidad de cada uno de los sistemas con los que se relaciona la fachada y a la arquitectura como el sistema de aire acondicionado, sistemas pasivos de climatización, sistemas naturales, sistemas de control inteligente y sistemas constructivos.

La investigación sobre el proceso de certificación LEED en México.

Se requiere el desarrollo de un centro de investigación relacionado con la construcción en el que se encuentren herramientas y tecnología de punta para realizar las simulaciones y la experimentación de nuevos sistemas constructivos, así como software y contactos con laboratorios internacionales, es decir promover la investigación práctica e México.

En México son muy pocas las empresas que ofrecen servicios de modelos de energía que cumplen con todos los requerimientos que pide LEED en la envolvente, considero importante desarrollar temas que apoyen a la implementación de nuevos servicios enfocados al ahorro de energías.

El desarrollo de investigación multidisciplinaria enfocado a los temas del ahorro de energía y sustentabilidad en México; es decir con la participación de ingenieros y otras disciplinas.

La fachada se ha trasformado en un elemento importante de sustentabilidad, lo que demanda un cambio en el proceso de diseño, construcción y operación de un edificio, de igual manera los servicios, materiales y tecnología con los que cuenta México deben desarrollarse y evolucionar para un presente y futuro sustentable.



BIBLIOGRAFIA LIBROS

Ambaz, Emilio; "A Tecnológica Arcadia"; Fulvio Iraiz; Skira 2004.

Ashrae; "Applications Hand Book", 1999.

Anink, David and Boonstra, Chile; "Handbook of Sustainable Buildings; fd. James James UK 2004.

Beazley, Mitchell; "Contemporary Windows"; Octopus Publishing Group Ltd; Great Britain 2003.

Behling, Stefan and Sophia; "Sol Power", Sustainable Architecture; Ed. GG.

Baird, George; "The Architectural expression of Environment Control Systems"; Sponpress 2001.

Borch, Ineter; "skins for buldings the Architect's materials sample book"; Bispublishers 2004.

Baird, George; "The Architectural Expression of Envionment control Systems"; Spon Press; London 2001.

Chew, Michael; "Staining offacades"; Singapur 2003.

Carmoly, John and Selkowitz, Stephen; "windows Systems for High performance Buildings"; Ed. Norton 2004.

Carrier System Desigu Manual; Carrier airconditioning company; syracuse.

Compangu, Andrea; "intelligent Glass Facades" Material Practice Design; Ed. Birkhauser; 1999.

Carrier Corporation; "Guia de Referencia Rapida Hap"; Carrier Corporation, Software Systems Network; Carrier Corporation, 2003.

Diana Oficial; "Norna Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001; México 25 Abril 2001.

"Details in Architecture; Creative Detail by Same Word's Ceading Architects"; Ed. Images Publising Group 2004.

Eisele, Johann and Kloft, Ellen; "High Rise Manual" Typology and design, construction and Technology; Ed. Birkhauser 2002.

"Energy, Environment and Architecture"; Heating and Cooling for Buildings design for Efficiency; Ed. 2005.

Enlace, revista mensual; "Edificio Telefonica Movistar"; Año 1 16 No 1, Enero 2006.

Fisher, Juachim; "Munich Architecture & Design"; Ed. Teneves; uk 2005.

Gissen, David; "Big and Green"; Ed. Architectural Press, 2003.



Green Building: "Project Planning & Cost Estimating"; Ed. RS Means; USA. 2006.

Hausladen, Gerhard; Saldanha, Michael; Liedl, Petra and Sager, Christina; "Climate Design"; Solutions for Buildings that can do more with Less Technology; Ed. Birkhauser; Munich 2004.

Hindrichs, Dirk & Heusler, Winfried; Facades "Building Envelope for the 21st century"; Ed. Detail Birkhauser, 2004.

Hagan, Susan; "Taking Shape"; A New Contract between architecture and Nature; Ed. Architectural Press 2001.

Hamsan, Kate; "The Tectonics of the Environmental Skin"; University of Waterloo School of Architecture 2002.

Johnston, David and Gibson, Scott; "Green from the Ground Up: Sustainable, Healthy, and energy-efficient Home Construction"; The Taunton Press; Singapore 2008.

Jenkins, David; "Norman Foster Works"; Ed. Prestel; Munich 2002.

Metcalf, Andrew; "Aurora Place Renzo Piano Sydney"; Ed. The Watermark Press; 1998.

Mendler, Sandia F; "The Green Guide book to Sustainable Design"; John Wiley & Sons Inc; United States of America 2000.

Nicholls, Richard; "The Green Building Bible: The low energy design technical reference"; Green Building Press; UK 2006 3rd Edition.

Powell, Robert; "Rethinking the Skyscraper: the complete Architecture of Ken Yeang"; Thames and Hudson; London 1999.

Powell, Ken; "Richard Rogers: complete works"; Phaidon; London 1999.

Pledge, Earth; "Green Roofs: Ecological Design and Construction"; Schiffer Design Book; China 2005.

Roger, Richard; "Ciudades para un pequeño planeta"; G. Gili; Barcelona 2000.

Richardson, Phyllis; "Xs Green: Big Ideas, Small Buildings"; Ed. Thames & Hudson London 2007.

Rodríguez, Viqueira, Manuel; "Introducción a la arquitectura Bioclimática"; Ed. Limusa Vanega, 2002.

Schittich, Christian; "Piel nuevas, conceptos, capas Materiales"; Ed. Detail Birkhauser 2003.

Saint Gobain Glass; "Manual del Vidrio"; Saint Gobain Glass Mexico 2002.

Smith, Peter and Pitts, Andrea; "Concepts in practice"; Energy Buildings for the Third millennium; Ed. Batsford 2004.

Smith, Peter; "Sustainability at the Cutting Edge, Emerging Technologies for low Energy Buildings"; Architecture Press, 2003.



Santiago Cruz, Ivonne; "Normalización Energética en las edificaciones, análisis de la NOM-008-ENER" Tesis de Maestría; UNAM 2004.

USGBC; "Core and Shell reference Guide version 2.0"; U.S. Green Building council; Washington 2006.

USGBC; " New Construction and major renovation version 2.2 reference guide"; U.S Green Building Council; Washington 2007.

Wigginto, Michael; "Glassin architecture"; Ed. Elsevier; London 1996.

Wigginton, Michael and Harrisjude; "Intelligent Skins"; Ed. Elsevier 2003.

Wastebusters Ltd; "TheGreen Office Manual"; Ed.Earthscan; London 2004.

Wines, James; "Green Architecture"; Ed. Taschen; USA 2000.

Yeang, Ken; "The skyscraper bioclimatically considered"; Ed. Wiley Academy, 1996.

Yeang, Ken; "The skyscraper bioclimatically considered"; London: Academy 1996.

Yeang, Ken; "Designing with nature: the ecological basis of architectural Design"; Ed. Mc. Graw-Hill; New York 1995.

Yudelson, Jerry; "Maketing Green Building Sevices";Fd. Architectural Press; UK 2008.

REVISTAS Y PUBLICACIONES

Buildings, "Curtain Wall, Glass facades go beyond skin deep" , Joan Gonchar and Peter Reina 2001

Detail; "Detail Zeitschrift fur Architektur"; July 2003.

Detail Zerchrift fur Architektur, Baudetail, Bauen Mit Beton 2008.

Detail Gemeinsam Wohnen, Konzept, How we want to livw in the future? 2008. Kapsel Hotel Green plaza shinjuko Tokio

Detail Grobe Tragwerke, News Buildings for the New China, Frank Kaltenbach.

New China Central television Headquarters, CCTV 465,000 m2

Wells, Matthew; Rascacielos, las torres del siglo XXI; H. Kliczkowski; Madrid 2005

Catalogue Foster and Partners ; Prestel publishing; Munich Berlin, London, New York 2005.

"Ensayos y optimización de aspectos bioclimáticos para el diseño de edificios de altura", Jorge Antonio Marusic, Universidad de buenos Aires argentina

"Ecological benefits of second facades made of glass", Deralt Siebert, Glass processing days 2003



sistemas en fachadas

“Energy performing facades: State of the art” , Andrea Compango, Glaubtenstrasse 11,8046 Zurich, Glass processing days 2005

“Facades of the future” , Dr. W Heusler, SCHUCO international, Glass processing days 2003

Gaceta Oficial del Dristito Federal; “Normas Técnicas Complementarias para diseño por Viento”; México 6 de Octubre 2004.

Green Source; “The Magazine of Sustainable Desing a Garden’s Many Shades of Green”; Ed. Mc Grawtilll; U.S.A. April 2008.

“Hacia una metodología en el diseño bioclimático”, Arq, Víctor fuentes Freixanet, Universidad autonoma Metropolitana.

“Intelligent glass facades of contemporary buildings”, Ozlem Essiz Mimar Sinan University, Glass Processing days 21 june 2001.

“Past and future of double skin facades” Dr. Giulia Andreotti , Glass processing days 2005

“Study of current structures in double skin facades”, Helsinky University of Technology, Sini Uttu Agosto 2001

“The Tectonics of the Environmental Skin “, University of Waterloo School of Architecture.

Tectonica; “Muro Cortina”; Diciembre 2003.

“Throught double skin facade”, Giulia Andreotti Internacional symposium on the application of architectural glass 2004

The Daily Telegraph, Challenging Ideas , Buildings and space-shaping our environment “It is a jungle up there” UK 2008

CURSOS Y SEMINARIOS

Asociación Nacional de Energía solar Semana Nacional de Energía solar Veracruz – 2006

Educational workshop, Grenbuild expo 2007 “Incorporating LEED into projects specifications “ Greenbuild expo 2007 Chicago “High performance windows and facades research and development, tools and market transformation programs” Nils Peterman, Darius Arasthech and Steve Selkkowitz

Greenbuild expo 2007 Chicago “Advancing Green Building in México” , Cesar Treviño Green Building Council México

Greenbuild expo 2007 Chicago “Building inside & outside” Richard Chien,Michael Pawlyn and Richard Ludt.

Greenbuild expo 2007 Chicago “LEED platinum showcase” Steve Brauneis and Dan Gerding.

Greenbuild expo 2008 Boston Massachusetts

Seminario “Green Buildings, Hacia un Desarrollo Sostenible en la Edificación”; Arq. José Picciotto Cherem; Diciembre 2005 México DF.

UNAM Simposium; “La Complejidad de la Envolvente”; Universidad Nacional Autónoma de México Mayo 2006.



PAGINAS WEB

- www.conae.gob.mx Consejo Nacional de Energía en México NOM-008ENER Enero 2005
- www.detail.de
- www.edmondsinternational.com.mx pagina oficial de Edmonds Internacional donde se puede bajar
- www.glassfiles.com Artículos relacionados con el vidrio, los sistemas de fachada y casos de estudio internacional, Octubre 2006
- www.greenbuild.org pagina de la Expo internacional desarrollada en Estados Unidos, se pueden bajar conferencias, datos de expositores y talleres.
- www.guardian.com.mx pagina oficial de la planta de vidrio en Morelos
- www.hokmexico.com Página oficial de HOK donde se pueden consultar proyectos 2005
- www.pilkington.com Glass features Febrero 2005
- www.saint-gobain-glass.com.mx Página oficial de saint gobain, consulta de catálogos de vidrio Febrero 2005
- www.sciencedirect.com
- www.sma.df.gob.mx Secretaria del medio ambiente; "Informe Climatológico Ambiental del Valle de México 2004".
- www.thedailygreen.com suscripción gratis a noticias vía mail sobre temas de ahorro de energía, LEED y sustentabilidad internacional, Septiembre 2008
- www.usgbc.org United states Green Building Council Octubre 2008
- www.vidriosmarte.com.mx pagina oficial de empresa mexicana que manufactura y distribuye el vidrio para fachadas en México, ligada con los proceso de certificación LEED, Abril 2007
- Información de los proyectos, renders y detalles. 2007



ANEXOS

Hourly Chiller Load Profiles for EDIFICIO 1 AL 23

1. Plant Information:

Plant Name: Gloria Angélica Vargas Palma
 Plant Type: EDIFICIO 1 AL 23
 Design Weather: Generic Chilled Water
 Mexico City, Mexico



2. Chiller Load Profiles from January to December :

sistemas en fachadas

Hour	DESIGN MONTH: JANUARY		DESIGN MONTH: FEBRUARY		DESIGN MONTH: MARCH	
	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)
0000	62,2	362,8	64,2	381,2	67,2	391,8
0100	61,2	319,9	63,2	338,7	66,2	350,9
0200	60,3	282,1	62,3	300,4	65,3	313,9
0300	59,3	248,6	61,3	264,7	64,3	279,3
0400	58,6	218,2	60,6	232,6	63,6	248,0
0500	58,1	191,1	60,1	205,0	63,1	220,0
0600	57,9	168,5	59,9	182,4	62,9	197,1
0700	58,3	209,2	60,3	225,7	63,3	247,6
0800	59,2	363,1	61,2	433,8	64,2	512,5
0900	60,8	555,7	62,8	595,7	65,8	633,6
1000	63,1	679,1	65,1	708,1	68,1	728,8
1100	65,9	770,3	67,9	793,2	70,9	802,6
1200	68,9	836,8	70,9	853,4	73,9	852,7
1300	71,8	886,1	73,8	895,1	76,8	887,4
1400	74,0	958,6	76,0	961,0	79,0	954,9
1500	75,5	1048,8	77,5	1049,8	80,5	1040,8
1600	76,0	1115,9	78,0	1117,5	81,0	1106,5
1700	75,5	1063,6	77,5	1071,6	80,5	1048,5
1800	74,2	943,4	76,2	979,8	79,2	965,8
1900	72,2	675,1	74,2	693,6	77,2	706,8
2000	69,8	587,6	71,8	605,1	74,8	607,5
2100	67,5	522,7	69,5	541,4	72,5	545,5
2200	65,5	465,0	67,5	483,7	70,5	489,6
2300	63,7	411,0	65,7	429,8	68,7	438,4
Total Ton-hrs		13883,2		14343,1		14570,4

Hourly Chiller Load Profiles for EDIFICIO 1 AL 23

TORRE SANTA FE C4
dae

11/30/2008
11:58

Hour	DESIGN MONTH: APRIL		DESIGN MONTH: MAY		DESIGN MONTH: JUNE	
	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)
0000	68,2	377,6	69,2	409,2	70,2	410,6
0100	67,2	338,0	68,2	368,5	69,3	373,1
0200	66,3	303,3	67,3	331,8	68,3	337,4
0300	65,3	269,6	66,3	297,7	67,6	305,2
0400	64,6	240,3	65,6	266,6	67,1	276,7
0500	64,1	213,3	65,1	239,0	66,9	253,2
0600	63,9	191,5	64,9	216,2	67,3	347,4
0700	64,3	249,3	65,3	312,5	68,2	658,5
0800	65,2	550,8	66,2	612,8	69,8	751,8
0900	66,8	644,3	67,8	702,1	72,1	827,1
1000	69,1	722,9	70,1	774,4	74,9	881,5
1100	71,9	781,2	72,9	826,5	77,9	916,4
1200	74,9	819,1	75,9	860,8	80,8	948,9
1300	77,8	851,1	78,8	892,5	83,0	1013,5
1400	80,0	918,7	81,0	961,0	84,5	1092,4
1500	81,5	1001,9	82,5	1041,1	85,0	1160,7
1600	82,0	1064,2	83,0	1107,7	84,5	1110,9
1700	81,5	1008,8	82,5	1055,0	83,2	1032,4
1800	80,2	930,3	81,2	977,2	81,2	827,6
1900	78,2	695,6	79,2	756,5	78,8	672,5
2000	75,8	584,9	76,8	623,0	76,5	609,3
2100	73,5	525,4	74,5	561,9	74,5	552,5
2200	71,5	472,2	72,5	506,7	72,7	499,8
2300	69,7	422,1	70,7	455,1		
Total Ton-hrs		14176,3		15155,8		16311,5

Hour	DESIGN MONTH: JULY		DESIGN MONTH: AUGUST		DESIGN MONTH: SEPTEMBER	
	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)
0000	72,2	455,8	72,2	435,2	70,2	420,9
0100	71,2	414,5	71,2	396,0	69,2	381,3
0200	70,3	377,6	70,3	360,0	68,3	344,6
0300	69,3	342,9	69,3	326,4	67,3	310,7
0400	68,6	311,1	68,6	295,9	66,6	279,4
0500	68,1	283,0	68,1	268,8	66,1	251,8
0600	67,9	259,9	67,9	246,6	65,9	228,8
0700	68,3	327,7	68,3	301,4	66,3	281,5
0800	69,2	642,3	69,2	609,5	67,2	581,3
0900	70,8	740,2	70,8	709,4	68,8	691,3
1000	73,1	817,3	73,1	790,5	71,1	783,3
1100	75,9	873,2	75,9	853,3	73,9	852,0
1200	78,9	912,9	78,9	895,9	76,9	898,6
1300	81,8	944,9	81,8	930,2	79,8	942,6
1400	84,0	1006,9	84,0	995,2	82,0	1024,8
1500	85,5	1086,0	85,5	1077,9	83,5	1107,7
1600	86,0	1153,3	86,0	1140,7	84,0	1165,9
1700	85,5	1104,1	85,5	1082,4	83,5	1093,0
1800	84,2	1027,8	84,2	994,6	82,2	976,6
1900	82,2	827,0	82,2	763,9	80,2	720,3
2000	79,8	673,4	79,8	645,4	77,8	634,7
2100	77,5	611,0	77,5	585,6	75,5	573,8
2200	75,5	554,7	75,5	531,3	73,5	518,4
2300	73,7	502,6	73,7	480,8	71,7	467,8
Total Ton-hrs		16250,2		15717,2		15531,2

Hourly Chiller Load Profiles for EDIFICIO 1 AL 23

11/30/2008
11:58

Hour	DESIGN MONTH: OCTOBER		DESIGN MONTH: NOVEMBER		DESIGN MONTH: DECEMBER	
	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)	OA TEMP (°F)	TOTAL COOLING (Tons)
0000	68,2	422,1	65,2	390,9	62,2	326,4
0100	67,2	380,8	64,2	349,0	61,3	288,3
0200	66,3	342,8	63,3	311,4	60,3	254,2
0300	65,3	307,2	62,3	274,7	59,6	224,1
0400	64,6	275,1	61,6	243,0	59,1	197,1
0500	64,1	245,7	61,1	214,7	58,9	175,2
0600	63,9	221,9	60,9	192,8	59,3	216,7
0700	64,3	271,5	61,3	237,2	60,2	400,4
0800	65,2	571,7	62,2	501,2	61,8	584,2
0900	66,8	695,6	63,8	650,3	64,1	703,0
1000	69,1	795,3	66,1	761,8	66,9	791,6
1100	71,9	868,8	68,9	842,1	69,9	853,9
1200	74,9	919,7	71,9	899,9	72,8	908,7
1300	77,8	974,2	74,8	959,4	75,0	990,9
1400	80,0	1064,4	77,0	1047,5	76,5	1080,9
1500	81,5	1152,6	78,5	1138,2	77,0	1142,5
1600	82,0	1207,7	79,0	1193,0	76,5	1072,1
1700	81,5	1120,9	78,5	1103,0	75,2	904,3
1800	80,2	962,0	77,2	906,6	73,2	677,8
1900	78,2	732,3	75,2	702,5	70,8	590,7
2000	75,8	644,7	72,8	614,3	68,5	526,7
2100	73,5	581,2	70,5	550,3	66,5	469,1
2200	71,5	524,2	68,5	493,0	64,7	416,2
2300	69,7	470,5	66,7	439,5		
Total Ton-hrs		15752,8		15016,2		14162,5

sistema en fachada

UNAM
Cristina Angélica Vargas Palma

1. Plant Information:
 Plant Name **EDIFICIO 1 AL 23**
 Plant Type **Generic Chilled Water**
 Design Weather **Mexico City, Mexico**



sistemas en fachadas

2. Cooling Plant Sizing Data:
 Maximum Plant Load 1248,0 Tons
 Load occurs at Nov 1600
 ft²/Ton 212,4 ft²/Ton
 Floor area served by plant 265052,0 ft²

3. Coincident Air System Cooling Loads for Nov 1600

Air System Name	Mult.	System Cooling Coil Load (Tons)
TIPO AREA 1	22	1,2
TIPO AREA 1 T	1	1,2
TIPO AREA 2	22	4,9
TIPO AREA 2 T	1	5,1
TIPO AREA 3	22	0,9
TIPO AREA 3 T	1	0,9
TIPO AREA 4	22	4,3
TIPO AREA 4 T	1	4,4
TIPO AREA 5	22	2,0
TIPO AREA 5 T	1	2,0
TIPO AREA 6	22	21,4
TIPO AREA 6 T	1	21,6
TIPO AREA 7	22	2,3
TIPO AREA 7 T	1	2,3
TIPO AREA 8	22	6,3
TIPO AREA 8 T	1	6,4
TIPO AREA 9	22	11,0
TIPO AREA 9T	1	12,2

System loads are for coils whose cooling source is ' Chilled Water ' or ' Any ' .

Cooling Plant Sizing Summary for EDIFICIO 1 AL 23

TORRE SANTA FE O4 2
dae

12/01/2008
12:01

UNAM

Clara Angélica Vargas Palma

1. Plant Information:

Plant Name **EDIFICIO 1 AL 23**
 Plant Type **Generic Chilled Water**
 Design Weather **Mexico City, Mexico**



sistemas en fachadas

2. Cooling Plant Sizing Data:

Maximum Plant Load **1149,0** Tons
 Load occurs at **Jul 1600**
 ft²/Ton **231,2** ft²/Ton
 Floor area served by plant **265645,0** ft²

3. Coincident Air System Cooling Loads for Jul 1600

Air System Name	Mult.	System Cooling Coil Load (Tons)
TIPO AREA 4	22	2,4
TIPO AREA 5	22	2,4
TIPO AREA 6	22	2,2
TIPO AREA 7	22	1,8
TIPO AREA 8	22	1,4
TIPO AREA 9	22	1,4
TIPO AREA 10	22	1,5
TIPO AREA 12	22	2,6
TIPO AREA 13	22	2,9
TIPO AREA 14	22	2,9
TIPO AREA 15	22	2,6
TIPO AREA 16	22	2,1
TIPO AREA 17	22	16,0
TIPO AREA 2	22	1,9
TIPO AREA 1	22	1,7
TIPO AREA 3	22	2,2
TIPO AREA 11	21	2,1
TIPO AREA 1T	1	1,8
TIPO AREA 2 T	1	2,0
TIPO AREA 3 T	1	2,3
TIPO AREA 4 T	1	2,5
TIPO AREA 5 T	1	2,5
TIPO AREA 6 T	1	2,3
TIPO AREA 7T	1	1,9
TIPO AREA 8 T	1	1,5
TIPO AREA 9 T	1	1,5
TIPO AREA 10 T	1	1,6
TIPO AREA 11 T	1	2,2
TIPO AREA 12 T	1	2,7
TIPO AREA 13 T	1	3,0
TIPO AREA 14 T	1	2,9
TIPO AREA 15 T	1	2,7
TIPO AREA 16 T	1	2,2
TIPO AREA 17 T	1	18,3

System loads are for coils whose cooling source is ' Chilled Water ' or ' Any ' .