#### CAPÍTULO 1

1. IMPACTO DE LOS SISTEMAS ELECTROMECÁNICOS EN EDIFICIOS

A través de la historia los edificios han ido cambiando conforme a los nuevos requerimientos de la sociedad, dependiendo de su ubicación geográfica, país, uso, nivel social, etc.. En la actualidad los edificios brindan mejores ambientes para trabajar y vivir, proveen mejor iluminación, temperatura de espacio, humedad y calidad de aire, capacidad de carga eléctrica y comunicaciones, instalación sanitaria y sistemas confiables de protección de vida y propiedad.

Los nuevos avances tecnológicos han permitido abrir más las opciones de diseño arquitectónico en estilo, forma y alcance, cosas que no eran posibles años atrás. Por ejemplo los nuevos diseños de centros comerciales son de tipo bloque, sin ventanas (lo que permite a los visitantes enfocar toda su atención en todo lo que brindan sus locales) las mismas que son completamente dependientes de los sistemas de iluminación, ventilación y acondicionamiento de aire, los nuevos edificios de gran altura requieren de elevadores de alta velocidad, agua a alta presión para consumo, limpieza y sistema contra incendios.

Todos estos nuevos requerimientos exigidos ahora por la nueva sociedad tienen un costo, los sistemas electromecánicos demandan espacio considerable en piso y en tumbado. En la fase preliminar de la planeación de un proyecto se debe determinar si el sistema será centralizado o no, de ser centralizado se debe determinar la ubicación del cuarto de máquinas el mismo que afectará los tipos de sistemas a escogerse.

Asimismo “los sistemas electromecánicos aumentan el costo de construcción de un edificio, en algunos casos cerca o sobre el 50 por ciento del costo total[[1]](#footnote-2)(1)”, tal es el caso de hospitales, centros de computación y edificios de investigación, este último menos común en nuestro país.

Los edificios con nuevas tecnologías también tienen un alto consumo energético**, “**los nuevos edificios tecnológicos junto con instalaciones residenciales, comerciales e industriales contabilizan por sobre el 50 por ciento de toda la energía usada por una ciudad industrializada [[2]](#footnote-3)(1)”, de ahí la importancia de controlar y disminuir el consumo energético por medio de nuevos tipos de diseños, auditorias energéticas y sistemas de control automático.

* 1. **Alcance de los Sistemas Electromecánicos en Edificios**

El nivel de tecnificación de un edificio varía de acuerdo a muchos factores como: estándar de vida de la sociedad, condiciones climáticas de la región, tipo de uso que se va a dar al edificio y calidad del edificio. Por ejemplo en la ciudad de Guayaquil no es necesario un sistema de calefacción por su clima cálido, en un edificio de oficinas de tres o cuatro pisos se pueden poner unidades de acondicionamiento de aire tipo ventana, en un edificio moderno de 10 pisos se utilizan sistemas centralizados, en la Unidad Ginecológica del Hospital Universitario de la Ciudad de Guayaquil (caso de estudio) se requieren equipos especiales en lugares específicos tales como los quirófanos donde debe haber un control total de temperatura, humedad y calidad del aire.

### Impacto en la planeación de espacio

El área destinado para la ubicación de los sistemas electromecánicos depende de muchos factores tales como tipo de ocupación, condiciones climáticas, estándares de vida y calidad y diseño general arquitectónico. Dicha área afecta el área bruta del piso, forma y tamaño del piso subterráneo, altura piso a piso y geometría arquitectónica.

La ubicación del espacio para los sistemas electromecánicos es trascendental en el diseño mecánico del edificio pues la selección de equipos a utilizarse y sus rendimientos depende de esto. Los espacios designados para los sistemas electromecánicos en ocasiones son más altos que los pisos normales requiriendo alturas de 1 ½ a 2 veces la altura normal. En la figura 1-1 se observan las diferentes instalaciones en el plenum del Hospital Universitario que va desde los 35 cm. hasta 1m. de altura.



**FIGURA 1-1 TRABAJO EN DUCTOS, ILUMINACIÓN Y CABLEADO EN LA UNIDAD GINECOLÓGICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO**

En la arquitectura actual principalmente en áreas de comercio y oficinas, el trabajo de ductos, tuberías e iluminación está expuesto.

La Tabla 1-1indica el rango de área de piso para instalaciones electromecánicas expresado en porcentaje basado en el tipo de ocupación; aunque los rangos son generales sirven de base para comenzar el proceso de planeación.

# TABLA 1- 1

# RANGOS DE ÁREA DE PISO PARA INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS EN EDIFICIOS (1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Porcentaje de Área Bruta del Edificio | | |
| Tipo de Ocupación | Bajo | **Medio** | **Alto** |
| Centros de cómputo | 10 | 20 | 30 |
| Tiendas de departamentos | 3 | 5 | 7 |
| Hospitales | 5 | 10 | 15 |
| Hoteles | 4 | 7 | 10 |
| Oficinas | 2 | 4 | 6 |
| Laboratorios de investigación | 5 | 10 | 15 |
| Residencial, ocupación simple | 1 | 2 | 3 |
| Residencial, gran altura | 1 | 3 | 5 |
| Tiendas de venta al por menor | 1 | 2 | 3 |
| Escuela elemental | 2 | 3 | 4 |
| Escuela secundaria | 2 | 4 | 6 |
| Universidades y Colegios\* | 4 | 6 | 8 |

\*Otros edificios usados para áreas de clase siguen el espacio requerido por edificios especiales como laboratorios, centros de cómputo, residencias, etc.

Esta tabla indica el espacio requerido para sistemas electromecánicos centralizados donde forma parte las centrales de acondicionamiento aire enfriadas con agua (como en el caso de estudio).

En la Unidad Ginecológica del Hospital Universitario el porcentaje utilizado para instalaciones electromecánicas del área bruta de la edificación es el siguiente:

Área Planta Baja: 3000 m2

Área Planta Alta: 3180 m2

Área Cubierta: 3180 m2

Área Total: 9360 m2

Área de Máquinas: 650 m2

Por lo tanto el rango utilizado para instalaciones electromecánicas es:



Los sistemas electromecánicos ocupan cerca del 7% del área bruta de la Unidad, situándose en medio del rango medio-bajo de los rangos de área de piso para este tipo de instalaciones (tabla 1-1), esto es debido a que el cuarto de máquinas principal del sistema de acondicionamiento de aire (enfriadores, bombas, torres de enfriamiento) están situados fuera de la unidad gracias a que el hospital cuenta con amplios espacios, así también se evitan problemas de ruido y vibración hacia la unidad.

Si en un caso se utilizaran acondicionadores de aire tipo ventana el espacio requerido para los sistemas electromecánicos será reducido, pero por otra parte estos equipos son antiestéticos y menos eficientes energéticamente por lo que en grandes obras se utilizan sistemas centralizados de acuerdo a los requerimientos de áreas comunes.

* 1. **Impacto en el costo de construcción**

**Impacto de la altura del edificio en el costo de construcción**

A mayor altura de un edificio mayor será el tiempo de construcción, mayores costos para equipos de elevación, una programación más compleja para el manejo de material a los niveles más altos, sistemas estructurales y electromecánicos más complejos, entre otros.

“Para un edificio mayor a 10 pisos, el costo unitario por área de piso será incrementado alrededor de un 5% al 15% para los 5 pisos siguientes, y otro 10% a 15% por cada 5 pisos adicionales [[3]](#footnote-4)(1)”.

Conforme aumenta la altura de un edificio, mayor será el costo unitario debido a muchos factores que afectan el mismo como la ubicación de la edificación, facilidad de manejo de material, detalles arquitectónicos y experiencia de los contratistas en la construcción de edificios de gran altura; sin embargo, estos valores sirven como guía para determinar el impacto de la altura en el costo de construcción.

**Impacto de los sistemas electromecánicos en el costo de construcción**

El diseño de los sistemas electromecánicos varía grandemente - y por ende su costo- dependiendo del tipo de edificio a construir, el estándar de vida, diseño arquitectónico, etc.

Los rangos de costos de sistemas electromecánicos para edificios de alta calidad con instalación de acondicionadores de aire para todo el espacio está dado en la tabla 1-2, éstos valores pueden servir como una referencia general desde el cual se modifica y refinan los costos a través del proceso de diseño.

# TABLA 1- 2

### RANGOS DE COSTO DE SISTEMAS ELECT. DE EDIFICIOS (1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Porcentaje Cto. Total del Edificio | | |
| Tipo de Ocupación | Bajo | Medio | Alto |
| Centros de Cómputo | 30 | 45 | 60 |
| Tiendas de departamentos | 20 | 25 | 30 |
| Hospitales (investigación) | 30 | 40 | 50 |
| Hospitales (clínica) | 25 | 30 | 35 |
| Hoteles (residencia) | 20 | 30 | 35 |
| Hoteles (convenciones) | 25 | 35 | 40 |
| Oficinas (general) | 20 | 25 | 35 |
| Oficinas (alta tecnología) | 25 | 35 | 45 |
| Laboratorios de investigación | 30 | 40 | 50 |
| Residenciales, ocup. simple | 10 | 15 | 20 |
| Residenciales, gran altura | 15 | 20 | 25 |
| Tiendas al detalle | 10 | 20 | 25 |
| Departamentos al detalle | 20 | 25 | 30 |
| Escuelas | 15 | 20 | 30 |
| Colegios | 15 | 25 | 35 |
| Universidades, instituciones | 20 | 30 | 40 |

###### Impacto en costos operativos

La mayoría de los componentes arquitectónicos y estructurales excepto la cubierta son de larga duración sin necesidad de reemplazo frecuente; en cambio, la mayoría de los sistemas electromecánicos además de consumir energía requieren de planes de mantenimiento de rutina y reparaciones al punto que en un ciclo de vida el costo de operar dichos sistemas puede sobrepasar el capital inicial de inversión de todo el edificio.

* 1. **Selección de la ubicación de los sistemas electromecánicos**

En edificios de gran altura la ubicación de sistemas electromecánicos son cada cierto número de pisos. Edificios de la misma forma y configuración ubicados en lugares geográficos diferentes pueden favorecer ubicaciones diferentes para los sistemas electromecánicos y plantas centrales. Así también otros factores como el clima, nivel económico y cultural de un país afectan la ubicación de los sistemas electromecánicos.

Como se indica en la Tabla 1-1 los equipos de los sistemas electromecánicos toman un espacio muy importante;por ejemplo, el promedio de área de piso de un sistema electromecánico en un edificio de oficinas es alrededor del 4% del área bruta total del edificio. Por ejemplo, para un edificio de 25 pisos con un área bruta de 20.000 metros cuadrados, 800 pies cuadrados serán inicialmente asignados como espacio de los sistemas electromecánicos. Esto es equivalente a un piso completo del edificio; asimismo, dos pisos serán necesarios para equipo electromecánico en un edificio de 50 pisos, y cuatro pisos en un edificio de 100 pisos. Este espacio destinado para los sistemas electromecánicos será definido en el diseño preliminar del edificio en coordinación mutua entre ingenieros y arquitectos para una solución óptima.

Los equipos para un sistema electromecánico pueden ser centralizados o descentralizados dependiendo de los requerimientos. Con cualquiera de ellos se necesita un equipo local (en cada piso) y espacio de distribución; la diferencia radica en que en un sistema centralizado la mayoría del equipo se encuentra en uno o dos pisos con pequeños espacios para los equipos en cada piso y viceversa en el caso de sistemas descentralizados.

Independientemente de esto todos los edificios necesitan uno o más niveles subterráneos para servicio utilitario, reparto de suministros, almacenamiento de combustibles, etc. además los niveles subterráneos proveen mejor estabilidad estructural para la cimentación del edificio.

El parqueo subterráneo para automóviles es una demanda inevitable en todo edificio; normalmente, un sistema electromecánico central tiene que estar localizado en un nivel subterráneo, sin embargo esto no siempre es posible desde que los sistemas electromecánicos frecuentemente impiden el acceso a y desde el garaje de parqueo. Por esta y otras razones las plantas centrales electromecánicas pueden estar localizadas en la parte más alta o en niveles intermedios.

Los factores que afectan la ubicación de la planta central son las siguientes:

* Accesibilidad para cargar y descargar equipo
* Proximidad al suministro de aire exterior y descarga de aire de extracción
* Altura de piso adecuada
* Interferencia con un plan conveniente de parqueo
* Seguridad. Algunos equipos como: calderos, enfriadores y transformadores sumergidos en líquido, contienen una cantidad considerable de energía almacenada o material tóxico. Este equipo debe estar confinado dentro de paredes a prueba de fuego
* Proximidad de los componentes del sistema como el enfriador y el condensador con torres de enfriamiento
* Facilidad de mantenimiento
* Vibración y ruido producido por el equipo
* Estética. No tan importante pero una planta central podría desvirtuar o resaltar el diseño arquitectónico.

La tabla 1-3 lista los criterios de ubicación de la planta de máquinas en un edificio.

TABLA 1- 3

**CRITERIOS PARA UBICAR LA PLANTA CENTRAL EN EL NIVEL MÁS BAJO O MÁS ALTO DE UN EDIFICIO (1)**

|  |  |
| --- | --- |
| A favor de nivel más alto | A favor de nivel más bajo |
| La línea del elevador requiere que el cuarto de máquinas sobresalga sobre el piso más alto. Si la planta central está en el nivel más alto, el cuarto del elevador puede estar contenida dentro del mismo espacio. | Cuando se desea una ocupación temprana de los pisos inferiores. Una ubicación de la planta central en el nivel más bajo, permite un comienzo temprano y una conclusión temprana de los sistemas electromecánicos. |
| Cuando la carga térmica es significativa debido al techo. Entonces el cuarto de máquinas actúa como atenuador de ganancia de calor. | Cuando la atenuación de la vibración y ruido en la planta central es muy costosa. |
| Cuando el aire de extracción o alivio contiene sustancias contaminantes o sustancias peligrosas; éstas no pueden ser descargados a nivel del suelo. | Cuando la energía de enfriamiento o calentamiento es suministrada desde fuentes remotas del edificio. |
| Cuando la calidad del aire exterior es una prioridad. En general, la calidad del aire en lugares urbanos es mejor en altas elevaciones que a nivel del suelo. | Cuando el techo es usado para otros propósitos como piscinas, club, etc. |
| Cuando se usa una planta de calefacción que usa combustible. El espacio requerido para las chimeneas es eliminada en todos los pisos . | Existe mayor facilidad de mantenimiento (los condensadores deben ser limpiados por lo menos una vez al año y se requiere espacio para trabajar) |
| Cuando la localización de una planta central en un nivel bajo interferirá con un plan de parqueo subterráneo. |  |
| Cuando la torre de enfriamiento debe estar localizada en el techo. |  |

* 1. **Energía y Conversión de Energía**

Antes de la crisis energética de los 70´s el consumo energético en los edificios de los países más desarrollados era el doble de lo que fue en los 90´s.

**El consumo energético anual de un edificio de oficinas en el medio oeste de los Estados Unidos ha sido reducido de alrededor de 150.000 a 200.000 btu por pie cuadrado por año a alrededor de 60.000 a 75.000 btu por pie cuadrado por año [[4]](#footnote-5)(1).**

Con las mejoras continuas que se van dando en tecnología y el proceso de diseño estos valores seguirán siendo reducidos.

La tabla 1-4 indica ciertos valores de consumo energético anual esperados que se han establecido en los Estados Unidos para paulatinamente ir aumentando los controles, la tabla 1-5 tabula la distribución de energía consumida por un edificio singular.

TABLA 1- 4

**VALORES DE CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL ESPERADOS PARA VARIOS TIPOS DE EDIFICIOS EN LOS ESTADOS UNIDOS (1)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Consumo Energético Anual | |
| Tipo de Ocupación\* | **Btu/pie2-año** | **KJ/m2-año** |
| Edificio de oficinas | 60.000 | 5.300 |
| Alojamiento multifamiliar | 50.000 | 4.400 |
| Tiendas al detalle | 60.000 | 5.300 |
| Shopping centres | 70.000 | 6.200 |
| Hoteles /moteles | 70.000 | 6.200 |
| Escuelas | 40.000 | 3.500 |
| Colegios | 50.000 | 4.400 |
| Almacenes | 35.000 | 3.100 |
| Estadios | 60.000 | 5.300 |
| Clínicas | 50.000 | 4.400 |
| Casas de enfermería | 70.000 | 6.200 |
| Hospitales | 130.000 | 11.500 |

\* La ubicación de los edificios está basado en la parte centro oeste de los Estados Unidos representando la condición central de dicho país.

TABLA 1- 5

PERFIL TÍPICO DEL REPARTO DE CARGAS EN UN

EDIFICIO SINGULAR [[5]](#footnote-6)(2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Denominación | **Porcentaje carga total** | **Coeficiente simultaneidad** |
| Comunicaciones, informática y servicios auxiliares | 30 | 1 |
| Climatización y confort | 40 | 0.6/0.8 |
| Alumbrado | 15 | 0.6/0.8 |
| Fuerza especial | 8 | 0.5 |
| Varios | 7 | 0.5 |

Debido a los muchos factores que afectan el consumo energético de un edificio – tamaño del edificio, clima, métodos de construcción, estilo arquitectónico, horarios de operación, etc.- los datos de consumo anual varían considerablemente; no obstante, la información tabulada es útil para hacer comparaciones e identificar los edificios que más demandan energía y las áreas que mayor control deben tener. Como se puede observar los establecimientos de salud como clínicas y hospitales son los que más demandan energía y por ende necesitan de un mayor control energético para disminuir el impacto ambiental, principalmente en el área de climatización que se distingue por tener el mayor porcentaje de la carga eléctrica total así como un alto coeficiente de simultaneidad.

La Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire (ASHRAE por sus siglas en inglés) y la sociedad ingenieril de Iluminación de Norte América (IESNA por sus siglas en inglés) han desarrollado estándares de diseño energéticamente eficientes conocidos como el Estándar 90 publicado en 1975 y ultimamente revisado en 1996. Estos estándares han sido ampliamente adoptados como parte de los códigos de edificios en los Estados Unidos así como en otros países. Los estándares proveen tres métodos alternativos para alcanzar los requerimientos de uso racional de cargas en edificios: uno llamado ordenado (prescrito) , uno de rendimiento en operación del sistema y un tercero llamado de presupuesto del costo energético de un edificio.

* 1. **Impacto de Edificios en el Ambiente Global**

De acuerdo a las estadísticas, “los Estados Unidos consumen más de dos trillones de kilowatt-hora de energía eléctrica anualmente, alrededor de un tercio es consumido por edificios[[6]](#footnote-7)(1)”. Si el consumo energético anual es reducido por más del 20 por ciento a través de un mejor diseño y manejo, las emisiones totales de CO2 pueden ser reducidas alrededor de 150 millones de toneladas, lo que justifica evidentemente la conservación de la energía en edificios para disminuir el impacto en el medio ambiente. La tabla 1-6 lista los contaminantes del aire emanados como productos del proceso de conversión de energía.

TABLA 1- 6

## CONTAMINANTES AMBIENTALES PRODUCIDOS DE LA

## CONVERSIÓN DE ENERGÍA (1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Contaminantes ambientales producidos, gramos (lb)** | | |
| Energía convertida o consumida | CO2 | SO2 | NOx |
| 1 galón de fuel oil por combustióna | 10500 (23.1) | 45.0 (0.10) | 18.3 (0.04) |
| 1 galón de gasolina para automóvilesb | 8500 (18.8) | 37.0 (0.08) | 15.0 (0.03) |
| 1 libra de carbón para combustiónc | 1090 (2.4) | 9.0 (0.02) | 4.4 (0.01) |
| 1 termia de gas natural para combustiónd | 6350 (14.0) | (-) | 24.0 (0.05) |
| 1 kW-hr. de energía eléctrica generada con fuel oile | 860 (1.9) | 3.7 (0.008) | 1.5 (0.003) |
| 1 kW-hr. de energía eléctrica generada con gase | 635 (1.4) | (-) | 2.4 (0.005) |
| 1 kW-hr. de energía eléctrica generada con carbóne | 1090 (2.4) | 9.0 (0.02) | 4.4 (0.01) |

Notas:

a Calculado con uso de fuel oil que contiene 85 por ciento de carbón, 12% de hidrógeno y 7.4 lb/gal.

b Calculado con el uso de mezcla de gasolina de C8H18 y (CnH2n + 2) que contiene 84% de carbón, 15% de hidrógeno y 6.1 lb/gal.

c Calculado con el uso de carbón bituminoso que contiene 65% de carbón y 3.8% de sulfuro.

d Calculado con el uso de mezcla de metano (CH4) y etano (C2H6) y 100000 Btu/termia

e Datos de la EPA (Agencia de protección al medio ambiente).

Por ejemplo, un edificio de 20 000 metros cuadrados (215 278 pies cuadrados) tiene una demanda promedio de 8 W /pie2 (0.008 kW /pie2) de potencia eléctrica para acondicionamiento de aire, iluminación, fontanería, sistema contra incendios, ascensores y otros equipos.

Si el edificio opera alrededor de 4000 horas por año, la energía eléctrica anual consumida será:



Asumiendo que la planta generadora es termoeléctrica de carbono, de la tabla 1-6, la cantidad de contaminantes ambientalesgenerados por la planta generadora que es atribuible a la energía usada en el edificio de oficinas son los siguientes:

* Dióxido de carbono (CO2): 6,888,900 x 2.4 = 16,533,366 lb /año
* Dióxido de azufre(SO2): 6,888,900 x 0.02 = 137,778 lb /año
* Óxido de nitrógeno (NOx): 6,888,900 x 0.01 = 68,890 lb /año

Con estos resultados se demuestra la cantidad alarmante de contaminantes emitidos para la operación de un edificio. Si un 10% de conservación de energía puede ser alcanzada mediante un mejor diseño y controles, entonces únicamente la emisión de CO2 será reducida en 1,653,336 lb /año, y los otros contaminantes proporcionalmente.

* 1. **Diseños sensibles ambientalmente**

Con el deterioro continuo de nuestro ambiente y consumo de nuestros limitados recursos naturales hemos llevado al límite a nuestro ambiente en el cual los diseños alternativos deben ser seriamente considerados y realizados.

Históricamente por una variedad de razones económicas, tecnológicas o logísticas, los diseños de edificios no han sido puntos totalmente direccionados ambientalmente; sin embargo, la población en general y varios gobiernos están buscando hacer un cambio. Este cambio une grupos de diseño y constructores para ser más responsables y flexibles en el diseño y construcción de edificios. El resultado ha sido la aplicación de ediciones “verdes” para edificios que consiste en crear diseños ambientalmente responsables e integrados.

**La Fachada Arquitectónica**

Un gran porcentaje de la carga de enfriamiento consumida en un edificio es debido a la radiación solar, ganancias y pérdidas conductivas y convectivas. Existen otras ganancias de calor por parte de personas y equipos del edificio pero éstas son pequeñas comparadas con la ganancia solar a través de la fachada del edificio.

En las fachadas convencionales o de superficie simple la ganancia solar es mesurada mediante el control de superficies transmisibles añadiendo películas a las ventanas o adicionando recubrimientos reflectivos y tintas a las superficies de vidrio para reducir la carga solar. Todas estas soluciones son efectivas aunque no óptimas debido a que la radiación solar alcanza y penetra las películas.

Asimismo desde el punto de vista del usuario, los espacios reducidos de aberturas o la calidad de recubrimientos y tintas impiden la entrada de luz natural hacia el edificio y reduce la vista real del ambiente externo. La manera más efectiva de evitar la ganancia solar es evitando la entrada de radiación solar a la superficie que se quiere proteger, de lograr esto se requerirá menor capacidad de enfriamiento del sistema y por consecuencia, menor consumo energético.

Una de las soluciones para evitar la incidencia de la radiación solar es la utilización de elementos externos de sombreado el mismo que tiene una orientación horizontal para un gran ángulo solar y una orientación vertical para un bajo ángulo solar.

Para que dichos elementos sean efectivos, éstos deben tener suficiente profundidad, sin embargo, al ser demasiado profundos o al estar espaciados muy frecuentemente se convierten en objetos de distracción visual, los mismos que pueden causar una “visión de túnel” Figura 1-2.



**FIGURA 1-2: VISIÓN DE TÚNEL DEBIDO A ELEMENTOS SOMBREADORES**

Un problema adicional con los elementos sombreadores es que éstos pueden ser técnicamente difíciles de instalar en edificios de gran altura donde las fuerzas del viento pueden ser extremas requiriendo soluciones de alta ingeniería que no son viables económicamente.

Las soluciones más recientes involucran una fachada de “cavidad” o “doble superficie”, el principio es que la cavidad o zona entre las dos superficies forman una especie de amortiguador entre las condiciones del clima exterior y el espacio de trabajo interior. Esta zona puede ser utilizada en una variedad de formas para relevar el impacto del ambiente exterior en el sitio de trabajo interior.

El amortiguamiento o efecto moderador permite una mayor facilidad a los equipos electromecánicos para el acondicionamiento del espacio, posibilidades que no pueden ser consideradas en una fachada de superficie simple convencional. Las especificaciones para equipos electromecánicos pueden ser disminuidas y menos tecnificadas reduciendo el consumo energético y costo inicial de inversión.

La primera ventaja de una “doble superficie” es que, sin tener en cuenta si el edificio es de alta o baja altura, la radiación solar no alcanzará la superficie de transmisión. La protección de la superficie exterior permite el uso de dispositivos de sombreado más convencionales como las persianas. La ventaja obvia de las persianas es que es una alternativa muy económica para dispositivo de sombreado externo; pero igualmente importante es que este ofrece al usuario o al arrendatario la elección de bajar o subir las persianas cuando la protección del sol no es requerida; en contraste, las ventanas sombreadas y con dispositivos de sombreado externo son permanentes.

**El Edificio Técnicamente Integrado**

Una fachada de doble superficie puede ser comparado con una unidad de vidrio aislado (IGU por sus siglas en inglés) o un doble recubrimiento, algo que siempre se espera en los diseños debido al “amortiguamiento térmico” que éstos proveen.

Como con un IGU, el calor aumenta en la cavidad entre las superficies por lo que se debe tener muy en cuenta el asegurarse que no hayan temperaturas excesivas que conduzcan a una falla de la unidad o la rotura del vidrio. Existen varios rangos de profundidad de cavidad, desde 25 a 46 cm. (10-18 pulgadas) hasta casi un metro (3 pies) Figura 1- 3. Lo primero ha considerar es que el control de temperatura de la cavidad puede reducir la necesidad de acondicionamiento mecánico del espacio interno.



**FIGURA 1-3: FACHADAS DE DOBLE SUPERFICIE**

Las persianas previenen el impacto de la radiación solar directa, ventilan la cavidad en verano y previenen el aumento de temperatura en la superficie interior, tal aumento de temperatura por convección calienta el espacio y por ende aumenta la demanda de carga de enfriamiento. De forma similar, en países donde es necesario calefacción, retener el aumento de temperatura en la cavidad durante el invierno ayuda al calentamiento de la superficie interior y consecuentemente el requerimiento de calor adicional por parte de dispositivos mecánicos es menor. Esto no sólo reduce los costos operativos y el consumo energético, sino costos de capital; alternativamente esto permite el uso de calentadores eléctricos unitarios en vez de sistemas centrales de calentamiento de aire que requieren mayores inversiones de capital.

La cavidad puede también ser utilizada como un “conducto térmico” para el flujo de aire (natural o mecánico) desde el espacio interno, el mismo que requiere normalmente una solución de plenum ductado o de cielo raso. Este uso de la cavidad puede reducir los componentes de distribución de aire (ductos y pozos); sin embargo, hay que tener en cuenta en los cálculos térmicos que la humedad transferida desde el espacio interno no permita la condensación dentro de la cavidad.

Utilizando el aspecto de ducto como una forma de distribución también puede permitir la disminución de la altura piso a piso mediante la reducción de las dimensiones de la zona de distribución en el cielo raso (plenum), menores alturas significa menor construcción (y costos) o la habilidad de comprimir más el área dentro de la misma altura. Esto es particularmente relevante donde hay restricciones de altura de zona.

**El Diseño Socialmente Interactivo**

Los ocupantes de edificios altamente tecnificados suelen sentirse removidos del ambiente natural a un ambiente herméticamente sellado y sin control sobre éste. El concepto de cavidad da a la gente la posibilidad de abrir la superficie interior como una ventana, se ha demostrado que la simple acción de abrir una ventana para ventilación y movimiento de aire exterior da al ocupante confort y satisfacción aunque las temperaturas experimentadas en la cavidad puedan ser mayores que aquellas en el espacio acondicionado.

Se debe poner especial atención al control de infiltración, salida de aire acondicionado, humos y migración de fuego.

Llevando más lejos el concepto de “cavidad” se pueden crear espacios ocupables en forma de atrios comunales o ecocenters, éstos dan una alternativa para uso de plantas para consumir CO2 y como zona de distensión, o pueden ser utilizados como cámaras o plenums para mezclar aire fresco con extracciones, de ese modo se reduce la distribución vertical de ductería y provee mejores posibilidades de zonificación dentro del edificio.

**Tecnologías Alternativas**

Las siguientes son algunas de las nuevas tecnologías que en un futuro no muy lejano serán aplicadas en el nuevo diseño de edificios los mismos que deben ser cuidadosamente analizados para valores prácticos y económicos.

* **Vidrios con celdas fotovoltaicas**

La industria del vidrio ha tenido grandes avances en años recientes en cuanto a diseños ambientalmente responsables. La integración de tecnología de celdas fotovoltaicas en unidades recubiertas es un excelente ejemplo de utilización de energía solar por medio de vastas superficies que típicamente abarcan un edificio.

* **Vidrio de material esmaltado con coeficientes de transmisión variables**

Es el desarrollo de vidrio que es traslúcido u opaco dependiendo de la intensidad del sol reduciendo la transmisión solar.

* **Cubiertas radiantes**

En ciertas ubicaciones geográficas, el uso de techos enfriados pueden ser una solución alternativa. Este método utiliza la distribución de agua moderadamente fría a través de tuberías o paneles del mismo modo como se hace en un techo calentado. A diferencia de una unidad ventilador-serpentín (fan coil) o una unidad manejadora de aire que usa agua a baja temperatura, este sistema utiliza agua en su temperatura natural sin refrigeración.

* **Generación eólica**

Los generadores eólicos en forma de hélices son usados en varios países en campos abiertos para generar electricidad con la fuerza del viento. Sin embargo, mientras la tecnología avanza para reducir el tamaño de estos dispositivos que trabajan con energía libre; este puede ser usado para utilizar esta forma de energía libre en edificios de gran altura donde los vientos son inherentemente fuertes a mayores elevaciones.

* **Almacenamiento Térmico**

Varios son los medios usados para reducir la demanda pico de energía de un edificio, los más usados son: agua enfriada, hielo o refrigerantes líquidos. La energía almacenada reducirá la necesidad de usar equipos más grandes o adicionales lo que implica menores costos de inversión. Una ventaja de esta alternativa es el consumo de energía eléctrica en horas no pico y por ende a menor costo, esta política de menores costos no se aplica todavía en nuestro país.

* 1. **Lista de requerimientos electromecánicos de un edificio**

Los requerimientos de un edificio varían según varios factores como presupuesto, ubicación geográfica, tipo de edificio, nivel tecnológico, etc. Luego de la selección de los sistemas electromecánicos se realiza una evaluación de costos de construcción así como la ubicación de los equipos dentro y fuera de la edificación. La lista está dividida dos grupos: sistemas mecánicos y sistemas eléctricos.

**Sistemas Mecánicos**

* Calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire
* Automatización: Controles ambientales, manejo, etc.
* Transporte: Elevadores, escaleras, etc.
* Instalaciones sanitarias: Suministro de agua, drenajes para agua lluvia, disposición sanitaria
* Sistema contra incendios: Suministro de agua, detección de fuego y humo, aspersores automáticos, alertas, etc.
* Sistemas especiales o auxiliares

**Sistemas Eléctricos**

* Fuerza Eléctrica: Suministro de poder y distribución normal, de reserva y de emergencia
* Iluminación: Interior, exterior e iluminación de emergencia
* Sistemas auxiliares: Telefonía, señal, datos, audio/video, alarma de fuego, sistemas de seguridad, etc.
* Sistemas especiales

Los grandes avances tecnológicos en materia de electricidad y electrónica aplicados a edificios han provocado un aumento en los costos de construcción y en la complejidad de la planeación.

1. (1) Tao William, Janis Richard, Mechanial and Electrical systems in Buildings, (2da. Edición: New Yersey, Prentice Hall, 2001), pp. 1 [↑](#footnote-ref-2)
2. (1) Tao William, Janis Richard, Mechanial and Electrical systems in Buildings, (2da. Edición: New Yersey, Prentice Hall, 2001), pp. 1 [↑](#footnote-ref-3)
3. (1) Tao William, Janis Richard, Mechanial and Electrical systems in Buildings, (2da. Edición: New Yersey, Prentice Hall, 2001), pp. 13 [↑](#footnote-ref-4)
4. (1) Tao William, Janis Richard, Mechanial and Electrical systems in Buildings, (2da. Edición: New Yersey, Prentice Hall, 2001), pp. 17 [↑](#footnote-ref-5)
5. (2) Olivares José, La ingeniería en edificios de alta tecnología, (España, Mc Graw Hill, 1999), pp. 8 [↑](#footnote-ref-6)
6. (1) Tao William, Janis Richard, Mechanial and Electrical systems in Buildings, (2da. Edición: New Yersey, Prentice Hall, 2001), pp. 17 [↑](#footnote-ref-7)