

00164
8
27



Universidad Nacional Autónoma de México

Programa para el Cálculo Térmico
de una Edificación



Manuel Guillermo Reza Lagunas

Facultad de Arquitectura

División de Estudios de Posgrado

MCMXCVIII

ISSN 1128
FALLA DE CINGUL

210 250



Universidad Nacional
Autónoma de México



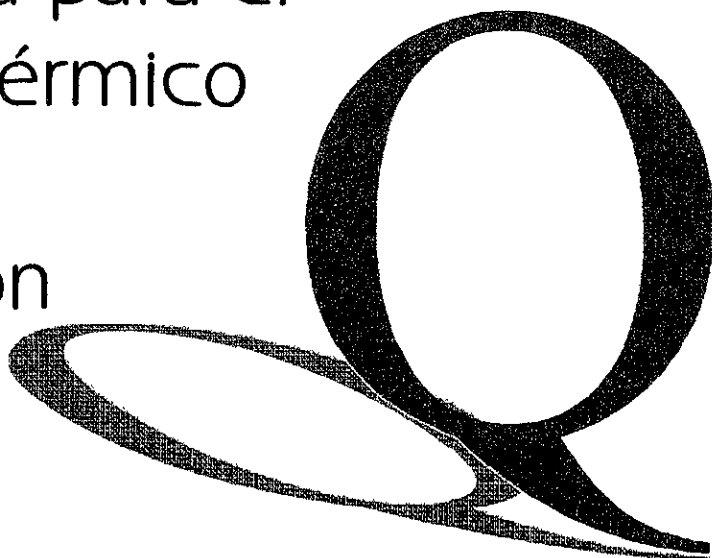
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación



Tesis que presenta:

Manuel Guillermo Reza Lagunas

para obtener el grado de maestro en arquitectura-tecnología



División de Estudios de Posgrado
Facultad de Arquitectura



MCMXCVIII

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Dr. José Diego Morales Ramirez

- Director de Tesis -

Mtro. Francisco Reyna Gómez

- Sinodal -

Mtro. Eduardo Saad Eljure

- Sinodal -

Mtra. Jeanine Da Costa Bischoff

- Sinodal -

Mtro. Jorge Rangel Dávalos

- Sinodal -

A Dios:

Por el don de la vida.

A mis padres:

Por ser mis mejores amigos y guíarme día con día en el camino de la vida.

A mis hermanas:

Por compartir su apoyo en mi vivir.

A CONACYT:

Por la beca crédito que me fué otorgada durante cuatro semestres de la maestría.

A los profesores:

Por enseñarme el camino correcto hacia el éxito profesional.

A los amigos:

Por brindarme su amistad.

INTRODUCCIÓN	1
Parte I DOCUMENTACIÓN	7
1.0 CLIMATOLOGÍA	9
1.1 Tiempo y Clima	11
1.2 Elementos del Clima	12
Temperatura	12
Presión Atmosférica	12
Viento	12
Humedad y Lluvias	13
1.3 Factores del Clima	13
Latitud	13
Altitud	13
Corrientes Marinas	14
Vegetación	14
Relieve	14
1.4 Clasificación y Distribución de los Climas de la República Mexicana	14
2.0 MATERIALES	17
2.1 Materiales de Construcción	19
2.2 Características Térmicas	19
Densidad	19
Calor Específico	19
Conductancia Térmica	19
Conductividad Térmica de un Material	19
Resistividad	20
2.3 Características Ópticas	20
Absortancia	21
Reflectancia	21
Transmitancia	21
Emisancia	21
Ley de Kirchhoff	21
2.4 Clasificación	22
Materiales Homogéneos Compactos	22
Materiales Homogéneos Porosos	22
Materiales Homogéneos que Contienen Partículas de Aire y Gas	22

	Materiales Aglomerados	23
	Materiales Compuestos de Estrados de Varios Tipos, Intercalados con Capas de Aire	23
	Materiales Reflejantes	23
2.5	Cálculo de Cargas Térmicas	23
	Ganancia de Calor a través de Muros, Techos y Ventanas	23
	Ganancia Directa de Calor Solar: QSHG	24
	Ganancia de Calor por Ventilación: QVENTS y QVENTL	25
	Ganancia de Calor por Infiltración: QINFLS y QINFLL	25
	Efecto del Soleamiento sobre la Envolvente del Edificio (Temperatura Sol-Aire)	26
3.0	METABOLISMO	29
3.1	Efectos Psicológicos	31
3.2	Bienestar Térmico	32
	Balace Térmico entre el Hombre y el Ambiente	32
	Metabolismo	35
3.3	Conducción, Radiación y Convección	37
	Transferencia de Calor por Conducción	37
	Transferencia de Calor por Radiación	38
	Transferencia de Calor por Convección	39
	Evaporación	40
3.4	Cálculo de Cargas Térmicas	42
4.0	ILUMINACIÓN Y APARATOS	43
4.1	Iluminación	45
	Lámpara Incandescente	45
	Lámpara Fluorescente	46
	Lámpara de Vapor de Mercurio	46
	Lámparas Halógenas Dicroicas	48
4.2	Aparatos	49
4.3	Cálculo de Cargas Térmicas	49
	Ganancia de Calor debida a Equipo Eléctrico: QELECT	49
5.0	CÁLCULO FINAL	51
5.1	Temperatura del Cuarto	53
5.2	Complicaciones	53

Parte II SISTEMA	55
6.0 ASPECTOS GENERALES	57
6.1 Alcances	59
6.2 Lenguaje de Programación	60
6.3 Requerimientos	61
Mínimos	61
Óptimos	61
6.4 Diagramas de Flujo	62
General	62
Estructural	63
6.5 Instalación	65
6.6 Arranque	66
7.0 MENÚ PRINCIPAL	69
7.1 Menú Principal	71
8.0 DATOS GENERALES DEL PROYECTO	73
8.1 Datos del Proyecto	75
8.2 Datos del Clima	79
9.0 CAPTURA DE DATOS ESTRUCTURALES	83
9.1 Techo	85
9.2 Muro Norte, Poniente, Sur y Oriente	89
9.3 Muros Interiores	96
10.0 CAPTURA DE OTROS DATOS	99
10.1 Metabolismo y Equipo Eléctrico	101
11.0 PROCESAMIENTO DE RESULTADOS	107
11.1 Solicitud de la Clave del Proyecto	109
11.2 Pantalla de Resultados	110
CONCLUSIONES	111
GLOSARIO	115
BIBLIOGRAFÍA	121

Es común desarrollar un proyecto arquitectónico sin tomar en cuenta los factores que intervienen en la comodidad térmica del usuario, dando como resultado la implementación de sistemas artificiales para solucionar este problema. Pero, ¿qué pasaría si tomáramos en cuenta cada uno de estos factores y además se integraran con sistemas pasivos de climatización?, o aún mejor ¿qué tal si podríamos obtener de manera aproximada las condiciones térmicas del interior de un espacio desde su proyecto mismo?

Estudios previos demuestran que es posible tener un ambiente confortable en las construcciones mediante el uso adecuado y correcto de sistemas pasivos, acompañados de un análisis climatológico del lugar, logrando el ahorro de energía tal como lo indican las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética establecidas por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).

Así pues, debe considerarse que un proyecto arquitectónico tendrá que ir siempre ligado a un estudio climático de la zona o lugar en donde se llevará a cabo la construcción del mismo. Este estudio consiste en obtener los datos medios normales de los elementos climatológicos que son: temperatura, radiación solar, humedad, precipitación y vientos.

Ahora bien, una vez realizado este estudio, ¿qué hacemos con él? El paso a seguir es realizar el cálculo térmico del espacio proyectado, con el cual obtendremos de manera aproximada, su temperatura interior. Para esto, debemos contar con la mayor información del proyecto (orientación, dimensión de los espacios; tipo y espesor de los materiales de construcción empleados; tipo de lámparas y equipo eléctrico usado; actividad a desarrollar; etc.). Desafortunadamente el proceso para este cálculo térmico es largo, laborioso y cansado; teniendo como consecuencia su inutilización.

Con los nuevos avances tecnológicos han surgido paquetes computacionales como Transys o DOE, que pueden ayudar a resolver este problema al proyectista, pero para desventaja de la gran mayoría, sus altos costos y complejidad en su uso los hacen inoperables.

Es por eso que surge el interés por mi parte, de crear un programa computacional que enmendara esta situación. Basado en la metodología para el diseño térmico en edificios de los Doctores Diego A. Sámano, José D. Morales y Bernardo Vázquez, se dio origen a "Q".

"Q" es un conjunto de instrucciones que suministradas a un ordenador, ayudarán a obtener las temperaturas horarias que se generan dentro de un espacio para cualquier día del año. Realizado bajo ambiente Windows y utilizando a Delphi como lenguaje de programación, hace que su acceso a las bases de datos y su interacción con el usuario sean más amigables.

La letra "Q", simboliza la *ganancia de calor* de un cuerpo o un espacio, y será para nuestro caso la representación del: "Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación". En su *versión estudiantil*, tiene como función el obtener mediante un reporte horario de 24 hrs., la temperatura interior de un espacio de acuerdo a sus características particulares y condiciones climáticas del entorno. Así mismo contempla los siguientes objetivos:

- Facilitar el cálculo térmico, que por ser laborioso y complejo, comúnmente se hace inusual.
- Anticipar desde el proyecto mismo las condiciones térmicas de un espacio proyectado, teniendo como opción el rediseñar sus características particulares, para poder así, acercarse lo más posible a las condiciones de confort que requiera el usuario.
- Ser una herramienta básica en el diseño arquitectónico.

Por último, "Q" se dirige esencialmente a arquitectos y diseñadores en todas sus áreas, pero principalmente a los estudiantes de nivel licenciatura como soporte al cálculo térmico.

El presente documento muestra al lector, un análisis cualitativo y cuantitativo de los criterios del cálculo térmico, para obtener como resultado el Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación. Dicho documento se encuentra constituido por dos partes fundamentales:

Documentación Teórica

Se encuentra formada por todos aquellos factores que intervienen en el cálculo térmico, en ellos se explican sus conceptos generales, así como su relación en la parte cuantitativa del programa. A continuación se describe cada uno de ellos:

Climatología: Analizaremos los tipos de climas que afectan a nuestro país. Conoceremos los elementos climatológicos que intervienen en el cálculo térmico y se verá como procesarlos para el cálculo.

Materiales: Se ve la relación que existe entre los materiales y su comportamiento térmico; su clasificación de acuerdo a su acondicionamiento térmico; las características térmicas y ópticas de los materiales; y su cálculo térmico.

Metabolismo: En este capítulo, se verá lo relacionado con el bienestar térmico; su balance entre el hombre y el ambiente; conoceremos los efectos psicológicos que afectan al humano, originados por la falta de espacio y comodidad térmica en una edificación; así como el cálculo del calor por metabolismo.

Iluminación y Aparatos: Se mostrarán los tipos de luminarias más comunes en las edificaciones, su eficiencia y porcentaje de calor producido; así como su integración al cálculo térmico.

Sistema

Se muestra el diseño, descripción y diagramas de flujo; así como una visualización gráfica de como interactúa "Q" con el usuario. Explica al usuario cuales son los datos que se utilizarán y la forma en que estos serán suministrados; así como el significado y/o función de cada una de las ventanas que en él aparezcan.

Manuel Guillermo Reza Lagunas

1.1 Tiempo y Clima

Cuando hablamos de clima, no le llamamos con este nombre, pues casi siempre lo llamamos tiempo; esto no debe ser así, puesto que el tiempo son las condiciones de la atmósfera en un momento dado. En cambio, el clima es el promedio de los estados del tiempo en una región determinada, calculado sobre observaciones realizadas durante un periodo muy largo (mínimo cinco años) para que el dato resultante sea confiable. Clima es el estado medio de la atmósfera de un lugar y resulta de los promedios de temperatura, presión, humedad y precipitaciones (Tabla 1-1).

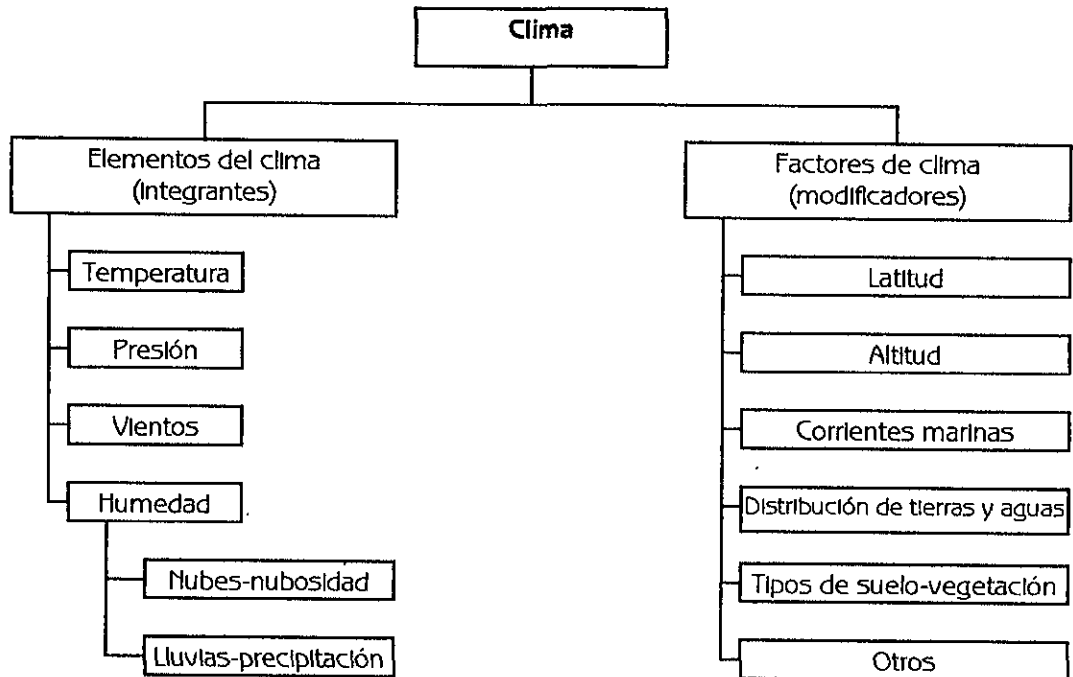


Tabla 1-1. Elementos y factores del clima.

1.2 Elementos del Clima

Temperatura

Es la cantidad de calor que hay en la atmósfera adquirido en tres formas: radiación, conducción y convección.

El sol emite rayos de energía calorífica que atraviesan la atmósfera, pero sólo el 47% llega a la superficie terrestre; el 19% es absorbido por las partículas de vapor de agua que hay en la atmósfera, las cuales lo irradian en todas las direcciones; a este fenómeno se le llama **radiación**. El resto del calor se refleja hacia el espacio exterior. Para calentar la superficie terrestre basta el 47% de calor del Sol. Las masas de aire que están sobre la superficie se calientan por estar en contacto con ella; a este fenómeno se le llama **conducción**. Al calentarse, las capas de aire bajas de la atmósfera se dilatan y suben y el lugar que dejan es ocupado por aire frío. Así se inicia un movimiento de ascenso de masas de aire caliente y de descenso de masas de aire frío; este movimiento recibe el nombre de **convección**.

Para medir la temperatura se usa el termómetro, que puede ser de mercurio, y las escalas de Celsius, Fahrenheit o de Kelvin. La escala que más conocemos es la de Celsius o centígrada, que señala el punto de congelación del agua a los 0°C. y el de ebullición a los 100°C. a nivel medio del mar.

El aparato que registra gráficamente las temperaturas de un lugar se llama termógrafo.

Presión Atmosférica

Es el peso que ejercen las capas de aire sobre los cuerpos. Se mide con el barómetro, que tiene como unidad de medida el millibar. A nivel del mar, la presión es de 760 millibares, pero a medida que hay mayor altitud disminuye. Además del barómetro existe el barógrafo, instrumento que no sólo mide la presión atmosférica de un lugar, sino que también la registra. Al variar la temperatura también varía la presión y esta diferencia da origen a invasiones de masas de aire en todo el territorio nacional. Las *isobaras* son líneas que indican en los mapas los lugares con igual presión atmosférica.

Viento

El viento es el aire en movimiento, originado por las diferencias de presión que ocasiona la desigual temperatura. Su velocidad y dirección pueden ser modificadas por el movimiento de rotación.

Humedad y Lluvias

Humedad atmosférica. Es la cantidad de vapor de agua que existe en la atmósfera. Ésta proviene principalmente del agua que se evapora diariamente de los océanos, lagos, manantiales y ríos.

Evaporación. Es el paso del agua del estado líquido al gaseoso. Al evaporarse, el agua asciende y forma las nubes. El evaporímetro es el aparato que la mide.

Condensación. Es el proceso contrario a la evaporación. Para que esto suceda, se requiere la presencia de una superficie sobre la cual se condense el vapor de agua y que el aire se encuentre cerca del punto de saturación, es decir, que contenga casi el 100% de vapor de agua y se produzca un enfriamiento.

1.3 Factores del Clima

Nuestro país posee condiciones físicas complejas, debido a que casi en su totalidad se sitúa en latitudes intertropicales, tiene un relieve muy variado de llanuras, mesetas y montañas, y su configuración lo hace tener costas en dos océanos.

Al estar atravesado por el trópico de Cáncer, nuestro país queda comprendido en dos zonas térmicas: la tropical y la templada norte o boreal. La parte situada al sur de este trópico, que es la tropical, tiene dos veces al año el Sol sobre su cenit; en cambio, la templada norte nunca lo tiene, por lo que los rayos Solares siempre llegan inclinados a esta zona térmica. Al no haber un solo clima se puede distinguir las diferentes estaciones del año, que son primavera, verano, otoño e invierno. Cada región posee características climáticas diferentes, esto se debe a que un lugar tiene determinado clima según su situación geográfica y a ciertos factores que intervienen en él.

Latitud

Dado que el planeta es esférico, la inclinación (que en griego significa *klima*) de los rayos solares no es igual, su ángulo va de acuerdo con la latitud, por eso nos explicamos el calor hacia el Ecuador y los hielos hacia los polos, debido a la variación de temperaturas.

Altitud

De manera semejante a la latitud, un lugar es más cálido en el nivel del mar y más frío conforme aumenta la altitud sobre dicho nivel del mar.

Corrientes Marinas

Influyen en el tipo de clima de un sitio, se dividen en frías y cálidas.

Vegetación

Una selva o un bosque regulan la humedad y temperatura, en tanto que una zona con escasa o nula vegetación tiene temperaturas extremosas y no guarda la humedad atmosférica.

Relieve

Este factor es fundamental en la determinación del clima, pues una cadena montañosa paralela actúa como una barrera meteorológica que impide el paso de la humedad hacia el interior del territorio, lo que no sucede con una llanura extensa hacia el interior del continente.

1.4 Clasificación y Distribución de los Climas de la República Mexicana

Existen varias clasificaciones de climas. La más completa es considerada la de Wilhelm Köppen. Esta clasificación se basa en los dos elementos fundamentales del clima: temperatura y humedad (precipitaciones). En la tabla 1-2, se observa que de acuerdo con la latitud y temperatura se señalan con letras mayúsculas cinco zonas de clima (tropical, seco, templado, frío, polar) y con letras minúsculas se indican las precipitaciones. Cada clima está representado por una letra mayúscula y una minúscula; solamente los climas secos y polares se representan con dos mayúsculas.

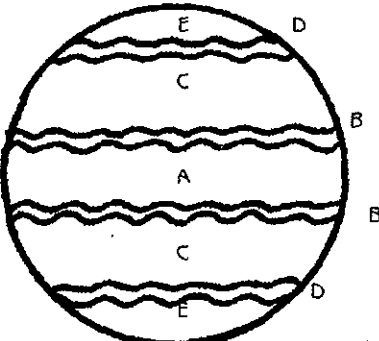
TEMPERATURA	PRECIPITACIONES
 <p data-bbox="132 690 252 812"> A: Tropical B: Seco C: Templado D: Frío E: Polar </p>	<p data-bbox="875 324 938 349">Lluvia</p> <p data-bbox="781 373 989 503"> f: Diaria w: En verano s: En invierno m: Monzónica x': Escasa </p>
	<p data-bbox="875 649 1001 673">Otros climas</p> <p data-bbox="781 698 1083 803"> BS: Seco estepario BW: Seco desértico ET: Polar de tundra EB: Polar de alta montaña </p>

Tabla 1-2. Clasificación de climas.

Esta clasificación fue adoptada por la mayoría de los países del mundo, por lo que se considera universal (Figura 1-1).

El diseño de un proyecto arquitectónico que intente responder, entre otras necesidades, el bienestar térmico del hombre, debe incluir en su proceso la consideración de aquellas recomendaciones que se hacen como resultado de la evaluación de las condiciones meteorológicas del lugar, frente a los requerimientos bioclimáticos del individuo. La forma, la orientación y los materiales de una edificación, el tamaño de sus ventanas, el tipo de techo, son algunas de las recomendaciones que pueden obtenerse como resultado del análisis climático. Es posible también usando el mismo criterio, determinar zonas donde las recomendaciones de diseño sean semejantes, con lo que se pueden definir límites aproximados, donde un cambio en el clima deba reflejar modificaciones en la forma y elementos de la edificación.



Figura 1-1. Principales Climas de México.

2.1 Materiales de Construcción

Los materiales de construcción además de ser aptos para cumplir una función estética y de protección, tienen que ser impermeables al agua y tener mejor adaptación posible a las normas del acondicionamiento térmico, lumínico, acústico y respiratorio.

Una aclaración importante es que el rendimiento de un material desde el punto de vista del acondicionamiento, es la forma de *como se usa*, es decir que hay que tomar en cuenta todos los caracteres y la forma de colocarlos.

2.2 Características Térmicas

Las sustancias, los materiales y los elementos constructivos transmiten y acumulan en distinta medida la energía térmica. La capacidad aislante se evalúa en función de la velocidad con la que se propaga la energía térmica a través del cuerpo o de la sustancia de que se trate.

Densidad

Es el peso relacionado con el volumen.

Calor Específico

Cantidad de calor que debe suministrarse a la unidad de masa de una sustancia para que aumente su temperatura 1°C.

Conductancia Térmica

Es la velocidad de flujo de calor a través de una área unitaria de un cuerpo, inducida por una diferencia unitaria de temperaturas entre las superficies del cuerpo. Se identifica con el símbolo "C" y se expresa en unidades del sistema Internacional: W/m² °C.

Conductividad Térmica de un Material

Velocidad de flujo de calor a través del espesor unitario de una placa infinita de un material homogéneo en dirección perpendicular a la superficie, inducida por una diferencia

de temperatura unitaria. Se simboliza con la letra "k" y se expresa en unidades del sistema internacional: $W/m\ ^\circ C$.

Resistividad

Capacidad de frenar el flujo de calor y es el recíproco de la Conductancia térmica. Se identifica con el símbolo "R" y se expresa en: $m^2\ ^\circ C/W$.

2.3 Características Ópticas

Cuando un cuerpo se expone a la radiación solar; una fracción de esta es absorbida, otra es reflejada y el resto transmitida dependiendo de las características ópticas del cuerpo (Figura 2-1).

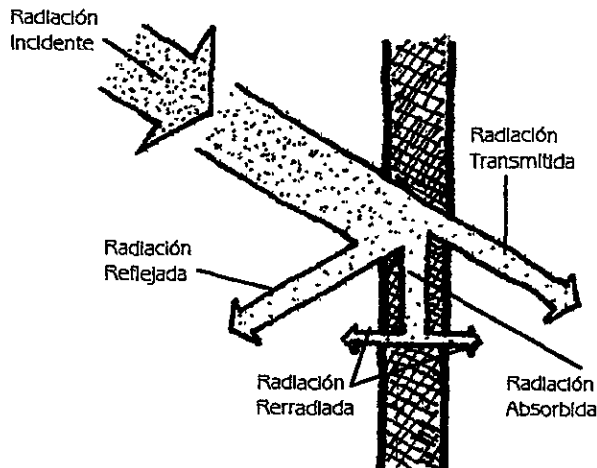


Figura 2-1. Radiación sobre un elemento constructivo.

Debido a la conservación de la energía, la suma de cada una de las fracciones debe ser igual a la energía incidente.

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

Donde:

α :	absortancia
ρ :	reflectancia
τ :	transmitancia

Absortancia

Es la proporción de la radiación incidente que se absorbe y/o se transmite a través de la superficie sobre la que incide.

Reflectancia

Es la proporción de la radiación incidente que se refleja sobre la superficie de incidencia.

Transmitancia

Porción de la radiación incidente que se transmite de un cuerpo a otro.

Emitancia

La emitancia se define como el cociente de la radiación generada por un material entre la radiación generada por un cuerpo negro bajo las mismas condiciones. La emisividad depende principalmente de la longitud de onda de la radiación emitida, la temperatura del cuerpo, y el ángulo en que se emite la radiación.

Ley de Kirchhoff

La relación entre absorptividad y la emisividad de un cuerpo fue determinada por Kirchhoff ¹.

$$\varepsilon(\lambda) = \alpha(\lambda)$$

¹ La ley de Kirchhoff fue postulada para ε y α dependientes de la longitud de onda, no para propiedades globales.

“Cuando una superficie a una temperatura dada absorbe “n” veces más radiación que otra superficie de igual área a la misma temperatura, entonces; a esta misma temperatura, la primera superficie emite “n” veces radiación que la segunda superficie”.

2.4 Clasificación

Debido a que el acondicionamiento térmico es el más dificultoso por incidir en forma sensible sobre la economía de las construcciones, se realizó la siguiente clasificación²:

Materiales Homogéneos Compactos

Comprenden los metales en general, las piedras compactas, los granitos, los mármoles además del hormigón y del vidrio. Todos tienen un alto índice de conductividad térmica ($K > 1$).

Materiales Homogéneos Porosos

Comprenden ladrillos, tejas no esmaltadas, pizarra, piedras calcáreas. La porosidad, además de ocasionar filtraciones de agua, aumenta la conductividad térmica y la permeabilidad acústica. Estos materiales se recubren en general con capas impermeables o barnices (K entre 0.10 y 0.80).

Materiales Homogéneos que Contienen Partículas de Aire y de Gas

Se clasifican como aislantes térmicos. Todas las fibras vegetales, minerales y animales, usadas sueltas como relleno, los plásticos expandidos, el corcho granulado, y el yeso y caucho expandidos pertenecen a esta clase (K entre 0.03 y 0.10).

² PUPPO Ernesto “Acondicionamiento Natural y Arquitectura”. Ed. MARCOMBO. Barcelona, España, 1972.

Materiales Aglomerados

Son formados de partículas o granos de varios materiales, unidos con cemento, resina, asfalto u otros aglomerantes.

Las partículas de corcho, madera, vermiculita, amianto y otros materiales del grupo anterior. Generalmente la conductividad es mayor que la anterior (K entre 0.40 y 0.70).

Materiales Compuestos de Estrados de Varios Tipos, Intercalados con Capas de Aire

Es decir, que al aislamiento térmico de las capas de materiales se agrega el aislamiento de las capas de aire. Se usan materiales de este grupo en todos los casos que se tenga que usar materiales superficiales resistentes e impermeables (K es variable en relación al número de cámaras de aire y a la naturaleza de los materiales).

Materiales Reflejantes

Se usan normalmente en la combinación con los del grupo anterior, aplicándolos en las caras interiores, en forma tal que anulan el efecto de las radiaciones térmicas. Por ejemplo, el aluminio brillante (hoja chapa o pintura), con coeficientes de reflexión del 30 al 95%, o la pintura color blanco.

2.5 Cálculo de Cargas Térmicas³

Ganancia de Calor a Través de Muros, Techos y Ventanas

La ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del edificio bajo estudio (paredes, techos, pisos y ventanas) se calcula con la ecuación que resulta de la solución de la ecuación de conducción sin almacenamiento de calor, que es igual a la obtenida en estado permanente ($d^2T/dx^2=0$). Para el caso de flujo de calor a través de paredes, el techo y piso, que pueden ser consideradas como placas planas, ecuación es:

$$Q = U \cdot A \cdot (T_2 - T_1)$$

En este caso $(T_2 - T_1)$ corresponde a las temperaturas del aire a uno y otro lado de la placa, que varía a lo largo del día.

³ Centro de Investigación de Energía "Notas del Curso de Actualización en Energía Solar". Universidad Nacional Autónoma de México. Temixco, Morelos, México. 1997.

Donde:

A = Área de muros, techo o ventanas (m^2)

T_2 = Temperatura del aire exterior ($^{\circ}C$)

T_1 = Temperatura del aire Interior ($^{\circ}C$)

U = Coeficiente de transferencia de calor ($watts/m^2\ ^{\circ}C$)

$$U = \frac{1}{1/h_o + e_1/k_1 + 1/h_c + e_1/k_2 + 1/h_i}$$

Donde:

h_o = Coeficiente de convección del aire exterior en muros, ventanas y techo

ventanas = 34.06 ($watts/m^2\ ^{\circ}C$)

techo = 17.03 ($watts/m^2\ ^{\circ}C$)

ambos a una velocidad del aire de 6.7 m/s

h_i = Coeficiente de convección de aire interior

muros y techo = 9.36 ($watts/m^2\ ^{\circ}C$)

ventanas = 9.08 ($watts/m^2\ ^{\circ}C$)

ambos en presencia de aire quieto

K_n = Conductividad térmica de la capa n de material muro, techo o ventana

e_n = Espesor de la capa n de material muro, techo o ventana

h_c = Coef. de calor del aire interior por convección para espacios de aire, verticales y horizontales.

Ganancia Directa de Calor Solar: Q_{SHG}

La ganancia de calor solar, es la cantidad que pasa a través de la ventana y que proviene de la radiación solar directa, parte de ella eleva la temperatura del aire interior, y es sumada inmediatamente a la carga instantánea, el resto se almacena en muebles, alfombrado, etc., sobre los cuales incide, y posteriormente contribuye a elevar la temperatura del aire interior.

$$Q_{SHG} = A_v \cdot H_t \cdot F_c$$

Donde:

A_v = Área de la ventana (m^2)

I_{ht} = Radiación incidente sobre una superficie horizontal

F_c = Fracción de radiación solar que pasa por la ventana al espacio acondicionado, multiplicado por la transmitancia del vidrio (0.20 a 0.025 para ventana sombreada).

Ganancia de Calor por Ventilación: QVENTS y QVENTL

La cantidad de aire que manejan los ventiladores y que entra al espacio acondicionado, incorpora al aire interior una cantidad de calor, esta puede ser dividida en sensible y latente.

a) QVENTS = Ganancia de calor sensible debida al aire exterior

$$QVENTS = 16.67 \cdot G \cdot \rho \cdot C_{pa} \cdot (T_{amb} - T_{cuarto})$$

Donde:

G = Flujo de aire que proviene del exterior (m^3/min)

ρ = Densidad del aire (kg/m^3)

C_{pa} = Calor específico del aire ($^{\circ}C$)

T_{amb} = Temperatura del aire exterior ($^{\circ}C$)

T_{cuarto} = Temperatura del aire interior ($^{\circ}C$)

b) QVENTL = Ganancia de calor latente debida al aire exterior

$$QVENTL = 16.67 \cdot G \cdot \rho \cdot (W_o - W_i) \cdot H_{vap}$$

Donde:

W_o = Humedad específica del aire exterior (kg de agua/ kg de aire)

W_i = Humedad específica del aire interior (kg de agua/ kg de aire)

H_{vap} = Calor latente de vaporización (KJ/kg)

Ganancia de Calor por Infiltración: QINFLS y QINFL

La cantidad de aire que entra al espacio acondicionado por infiltración a través de grietas, ranuras (en puertas y ventanas) o hendiduras en la estructura del edificio, incorpora una cantidad de calor que también se divide en sensible y latente.

$$Q_{INFLS} = 0.278 * C_{AMB} * Vol * \rho * C_{pa} * (T_{amb} - T_{cuarto})$$

$$Q_{INFL} = 0.278 * C_{AMB} * Vol * \rho * (W_{amb} - W_{cuarto}) * H_{vap}$$

Donde:

- CAMB= Número de cambios de aire por hora debidos a infiltración (hr^{-1})
 Vol= Volumen del cuarto (m^3)
 Cpa= Calor específico del aire (KJ/kg °C)
 ρ = Densidad del aire (kg/m^3)
 H_{vap}= Calor latente de vaporización (KJ/kg)
 T_{amb}= Temperatura ambiente (°C)
 T_{cuarto}= Temperatura del cuarto (°C)
 W_{amb}= Humedad específica del aire ambiente (kg de agua/kg de aire seco)
 W_{cuarto}= Humedad específica del aire en el cuarto (kg de agua/kg de aire seco)

Efecto del Soleamiento sobre la Envolvente del Edificio (Temperatura Sol-Aire)

Para tomar en cuenta el efecto de la radiación que es emitida y reflejada por los muros o las superficies cercanas al edificio sobre la temperatura del aire exterior, en el cálculo de la carga térmica de muros, techos, etc., se recomienda utilizar el concepto de la temperatura "sol-aire", que constituye a la temperatura del exterior de diseño.

$$t_{sa} = T_{amb} + \frac{\alpha * H_t}{h_o} + \frac{\epsilon * DR}{h_o} \quad (°C)$$

Donde:

- t_{sa}= Temperatura Sol-Aire
 T_{amb}= Temperatura ambiente
 H_t= Radiación solar incidente sobre la superficie horizontal
 h_o= Coeficiente de transferencia de calor por convección y radiación
 ϵ = Emisividad de la superficie
 α = Absortancia de la superficie
 DR es la diferencia entre la radiación de onda larga incidente sobre la superficie que proviene del cielo y medio ambiente, y la radiación emitida por un cuerpo negro a la temperatura del aire exterior, para superficies

verticales $DR = 0$. Para superficies planas o con una inclinación dada SLP , DR se calcula por:

$$DR = \sigma \cdot \left[\frac{(1 + \cos(SLP))}{2} \cdot (T_{sky}^4 - T_{amb}^4) + \frac{(1 - \cos(SLP))}{2} \cdot (T_{surr}^4 - T_{amb}^4) \right]$$

Donde:

T_{sky} es la temperatura del cielo

$$T_{sky} = 0.0552 \cdot T_{amb}^{1.5}$$

T_{surr} es la temperatura de los alrededores

$$T_{surr} = T_{amb} + 10 \text{ (}^\circ\text{K)}$$

hw es la conductancia de capa exterior y se calcula como una función de la velocidad del viento:

$$hw = 32.7 + 13.7 \cdot w \text{ (KJ/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$hw = hw / 3.6 \text{ (watts/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$$

La radiación infrarroja se calcula por un coeficiente de transferencia de calor por radiación, h_{lr} :

$$h_{lr} = 4 \cdot \sigma \cdot \epsilon \cdot w \cdot T^3$$

Donde:

$$T = (T_{amb} + T_{pared})$$

$$\alpha = \text{Constante de Stefan-Boltzman (5.669E-08 watts/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{K}^4)$$

$\epsilon =$ Emitancia infrarroja de superficie

El coeficiente de transferencia de calor para convección y radiación es:

$$h_o = hw + h_{lr} \text{ (watts/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$$

3.1 Efectos Psicológicos

El humano desarrolla actividades para satisfacer sus necesidades; por lo cual requiere de espacios adecuados. La arquitectura o el diseño y la realización de nuevos espacios surge cuando los espacios naturales que rodean al hombre no son adecuados. Así mismo, refleja el intento continuo del ser humano para establecer un ambiente protector que se acerque a aquél, en que el usuario sienta comodidad y bienestar; términos íntimamente ligados con la salud.

Las altas temperaturas causan efectos nocivos en el desempeño de una gran variedad de tareas. El calor afecta negativamente al desempeño del trabajo físico, varias tareas psicomotoras y de vigilancia, el trabajo industrial y el trabajo escolar. Por otro lado, las bajas temperaturas en varias tareas psicomotoras afectan el rendimiento de un individuo. Las disminuciones en el desempeño de tareas manuales imputables al frío se deben principalmente a la temperatura de las manos. Se ha observado que los sujetos desempeñan bien las tareas manuales tanto en condiciones de frío como en temperaturas cómodas cuando se utilizan lámparas de rayos infrarrojos para calentar las manos. El rango de temperatura en el cual el frío reduce consistentemente el rendimiento es muy inferior al rango de las temperaturas que la gente considera confortable.

Aunque hay variación en el rango de temperatura que las personas consideran cómoda, las diferencias de grupo, a las que comúnmente se atribuyen dichas variaciones, como son las relacionadas con el sexo y la edad, no han podido comprobarse empíricamente. Los estudios de investigación controlados demuestran que las mujeres y los hombres tienen una preferencia similar en cuanto a comodidad térmica, y que los rangos de comodidad térmica no difieren entre sujetos de edad universitaria y ancianos.

Existen otras variables físicas, además de la temperatura, que afectan la comodidad térmica, como son la humedad, el movimiento del aire, el nivel de actividad física y la cantidad de ropa que se lleva puesta. Es probable que las temperaturas incómodas y una prolongada exposición a ellas, influyan indirectamente en el rendimiento del individuo al producirle fatiga, tensión, aburrimiento, irritabilidad e incluso alguna enfermedad.

3.2 Bienestar Térmico

La evaluación de las condiciones climáticas para diseñar edificaciones de acuerdo con los requerimientos o necesidades bioclimáticas de los individuos, es necesaria a fin de establecer comparaciones entre las condiciones exteriores del lugar y aquellas que necesita el individuo para realizar sus actividades con menos desgaste físico y mínimo consumo energético.

El hombre se ha enfrentado a una diversidad de climas logrando establecer en cada uno de ellos las condiciones de bienestar para su justo desarrollo. Muchos ejemplos en variadas latitudes son muestra de su capacidad para dar soluciones razonables en una forma espontánea al problema de acondicionar térmicamente sus edificaciones.

Al mismo tiempo, el hombre, ante variaciones climáticas extremas, tiene la posibilidad de reaccionar para adaptarse a esas condiciones de diferentes modos: fisiológicamente, modificando su vivienda, su ropa, variando su actividad, etc., lo que le permite ajustarse térmicamente al lugar para mantener la salud física del cuerpo.

La sensación de calor o frío que el cuerpo humano puede experimentar, se ve influido por aquellos factores que de alguna manera afectan los procesos físicos, mediante los cuales gana o pierde calor para mantener su balance o equilibrio térmico.

El análisis de cada uno de estos fenómenos de producción o transferencia de calor: *metabolismo, conducción, radiación, convección y evaporación*, han permitido establecer, en cada caso, los factores o variables que afectan la cantidad de calor entre éste y su entorno físico.

Balance Térmico entre el Hombre y el Ambiente

Mantener el balance, entre la cantidad de calor producido o ganado por el cuerpo y el desprendido por él, es una de las necesidades fisiológicas más importantes del individuo. El cuerpo humano tiene internamente una temperatura que normalmente varía entre los 36.5°C y los 37°C. El balance o equilibrio térmico del cuerpo consiste precisamente en mantener su temperatura dentro de este rango; pues, de otro modo, si la temperatura aumenta o disminuye demasiado puede ser seriamente lesionado el organismo. En situaciones en las que resulta imposible para el cuerpo perder calor y su temperatura comienza a ascender, alcanzando valores de 40°C o 40.5°C, pueden presentarse complicaciones de circulación sanguínea, a mayor temperatura 41°C - 42°C, puede presentarse un estado de coma o inclusive el colapso total del cuerpo. Se hace

obligatorio, pues, proveer las condiciones microclimáticas necesarias que permitan los intercambios térmicos convenientes para alcanzar el mencionado balance de calor.

El hombre para garantizar su salud física, debe mantener la temperatura interna de su cuerpo dentro de unos límites bastante estrechos, Independientemente de las variaciones de la temperatura del aire.

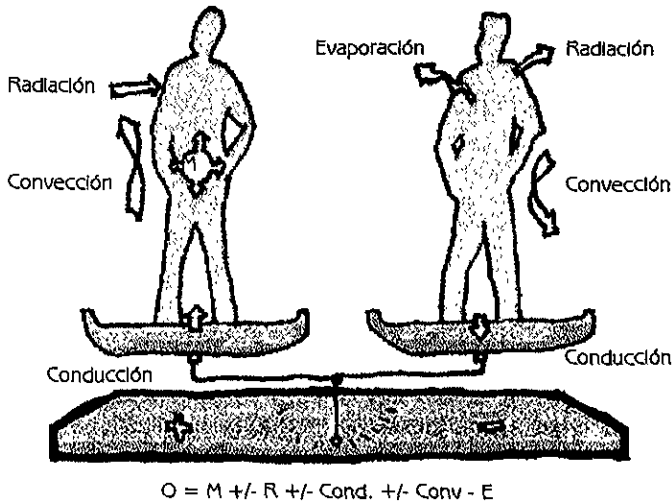


Figura 3-1. Equilibrio térmico del cuerpo humano.

Según se observa en la figura 3-1, cuando la sumatoria de las ganancias y pérdidas son iguales a cero, el cuerpo se encuentra en equilibrio. Si esto no ocurre, y el resultado es que las ganancias de calor son mayores que las pérdidas o lo inverso, el organismo pone en funcionamiento una serie de mecanismos autorreguladores que trabajan dependiendo de esas diferencias. En este sentido, cuando las ganancias de calor son mayores que las pérdidas, debido a las condiciones microclimáticas existentes o al calor producido en exceso por la actividad realizada, se manifiesta inmediatamente un aumento en el flujo sanguíneo acompañado de una dilatación de los vasos capilares, incrementando de este modo el transporte de calor hacia la piel, donde se aumentará la pérdida de calor por radiación o convección. En condiciones donde la vasorregulación no es suficiente para mantener la temperatura de equilibrio, entra en funcionamiento el mecanismo de transpiración o sudoración, lo que permite, mediante la evaporación de ese

sudor, un desprendimiento de calor de aproximadamente 0.58 kcal/gramo de agua evaporada, pudiendo variar la tasa de sudor, en periodo de mayor esfuerzo físico con ambientes cálidos entre 20 g/h a 3 kg/h.¹

Cuando el ambiente térmico que rodea al individuo es más frío o mucho más frío que él, las pérdidas de calor desde el cuerpo se incrementan pudiendo ser superiores a las ganancias. En este caso el mecanismo vasorregulador del organismo funciona disminuyendo el flujo sanguíneo hacia la superficie del cuerpo mediante la contracción de los vasos capilares.

De este modo se reducen las pérdidas de calor desde la superficie del cuerpo por convección y radiación.

En condiciones donde no es suficiente la vasorregulación para equilibrar las pérdidas de calor, se producen escalofríos que aumentan la producción de calor del cuerpo por procesos metabólicos durante periodos cortos y de este modo se ayuda a conseguir el balance térmico del cuerpo.

Todos estos mecanismos reguladores le permiten al organismo mantener, en condiciones climáticas adversas, el equilibrio térmico necesario para el bienestar fisiológico. En la medida que el cuerpo, para lograr su equilibrio térmico, necesite realizar menor cantidad de regulaciones térmicas para adaptarse a un medio específico, en esa misma medida nos estamos acercando a una zona de condiciones ambientales donde el mayor porcentaje de personas manifiestan sentirse bien, es decir, que no tienen frío ni calor, ni sabrían decidirse por un ambiente más frío o más cálido. Esta zona térmica especial se denomina "Zona de Bienestar Térmico".

Las causas de las ganancias y pérdidas de calor del cuerpo humano para su estudio se clasifican en tres grupos:

- Ganancias de calor debidas a procesos químicos que se producen en el interior del cuerpo (metabolismo).
- Ganancias o pérdidas de calor debidas a intercambios térmicos entre el cuerpo y el medio que lo rodea, por efecto de fenómenos de radiación, convección y conducción.
- Pérdidas de calor debidas a procesos evaporativos del sudor sobre la superficie del cuerpo y de agua en los pulmones (Figura 3-2).

¹ Koenigsberger y otros. "Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales"

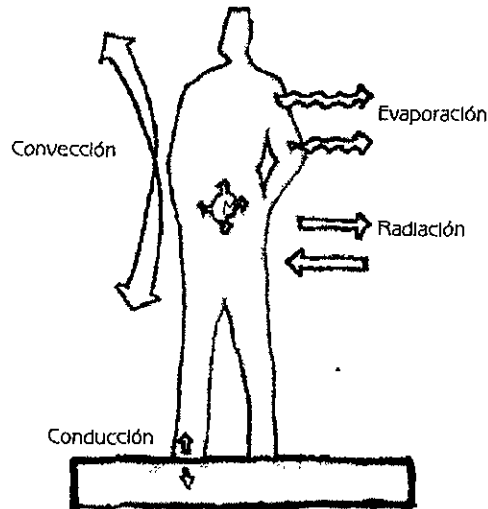


Figura 3-2 Intercambios de calor entre el cuerpo humano y el medio que lo rodea.

Metabolismo

La energía producida metabólicamente está en relación directa con la actividad desarrollada por el individuo. Así, al realizar un determinado trabajo, el proceso metabólico se incrementa para producir mayor cantidad de energía, pero debido a que la eficiencia del cuerpo es baja, al igual que la de una máquina, éste produce mayor energía que la requerida para el trabajo, siendo este exceso transformado en calor (calor metabólico).

El cuerpo en dependencia de las condiciones climáticas ambientales, requerirá eliminar o conservar ese calor metabólico, con la finalidad de mantener su equilibrio térmico.

Cuando una persona se encuentra en reposo absoluto se dice que su metabolismo es basal, esto se ha definido como "el gasto mínimo de energía que es necesario para mantener las funciones vegetativas". Aún en este estado de mínima actividad el cuerpo produce una cantidad de calor aproximada de 70 vatios/h.

En la siguiente tabla² (Tabla 3-1) pueden verse algunos valores de calor, producido por el cuerpo debido al proceso metabólico durante la realización de distintas actividades.

Actividad	Dispersión Metabólica (W)
Inactividad	
Actividad reducida al mínimo posible (Individuo dormido): "metabolismo basal".....	75
Sentado inactivo	120
Trabajo ligero	
Sentado, movimiento moderado de brazos y tronco (Trabajo de oficina).....	130-160
Sentado, movimiento moderado de brazos, tronco y piernas (manejo de carro con tráfico), o de pie, trabajo ligero, principalmente con los brazos.....	160-190
Trabajo moderado	
Sentado, movimiento intenso de brazos, tronco y piernas; o de pie, con trabajo ligero que incluya algún desplazamiento.....	190-230
De pie, trabajo moderado con desplazamiento.....	220-290
Levantamiento y transporte de pesos moderados.....	290-400
Trabajo intenso	
Levantamiento y acarreo intermitentes de grandes pesos.....	430-600
Trabajo físico más rudo y continuado.....	600-700

Tabla 3-1. Producción de calor metabólico en función de la actividad del individuo.

² TUDELA Fernando. "Ecodiseño". Universidad Autónoma Metropolitana. México, 1982.

3.3 Conducción, Radiación y Convección

Las ganancias o pérdidas de calor del cuerpo humano, debidas a intercambios térmicos por conducción, radiación y convección, con su entorno, dependen de si ese entorno es más o menos caliente que la superficie del cuerpo.

En el intercambio térmico que se produce entre el cuerpo humano y su entorno, ya sea en espacios abiertos o en el interior de las habitaciones, la vestimenta juega un importante papel como factor modificante de la ganancia o pérdida de calor mediante cualquiera de los fenómenos de transferencia mencionados.

Cuando el hombre se encuentra vestido, el intercambio térmico se produce principalmente en la parte externa de la ropa y afecta al cuerpo sólo directamente. Bajo estas condiciones, existen tres procesos diferentes de intercambio térmico operando simultáneamente; entre el cuerpo y la ropa, entre la ropa y el entorno y entre aquellas partes del cuerpo descubiertas y el entorno.

Las proporciones de radiación y convección en cada uno de estos procesos son diferentes. Todo esto hace mayor la complejidad de la estimación exacta de los elementos que intervienen en el intercambio de calor entre el cuerpo vestido y el ambiente circundante, que cuando el cuerpo no está vestido. En este último, se pueden estimar las pérdidas o ganancias de calor separadamente, en función de la temperatura de la superficie del cuerpo, de la temperatura y velocidad del aire y de la temperatura media radiante de las superficies del lugar donde se encuentra el individuo.

Transferencia de Calor por Conducción

El modo en que se puede producir transferencia de calor entre el cuerpo y su entorno, se debe al contacto físico del cuerpo con algún objeto o superficie. El cuerpo podrá perder calor si la superficie en contacto con él tiene una temperatura inferior a la superficie del cuerpo (Figura 3-3).

Se estima que las pérdidas o ganancias de calor, debidas a procesos conductivos, son generalmente muy pequeñas. Una persona caminando tiene únicamente contacto con el piso, a través de la planta del pie; así, la cantidad de calor a transmitirse por conducción depende de la conductividad del material de la suela de los zapatos, que aún siendo muy elevada, el área de contacto es tan pequeña, que en condiciones normales de temperatura resulta despreciable la energía térmica transmitida. Únicamente cuando la temperatura del

suelo es extremadamente caliente o fría, se hace necesario tomar en consideración el efecto de la conducción.

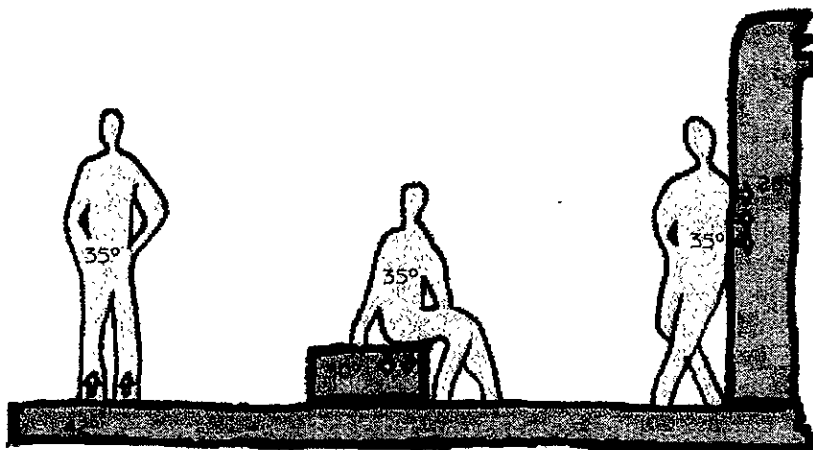


Figura 3-3. Intercambios de calor por conducción entre el hombre y su entorno.

Transferencia de Calor por Radiación

El intercambio de calor por radiación depende de la diferencia entre la temperatura de la superficie del cuerpo y la de las superficies circundantes (Figura 3-4). La temperatura de la superficie del cuerpo varía por efecto de la temperatura del aire, pero se considera generalmente del orden de los 35°C.

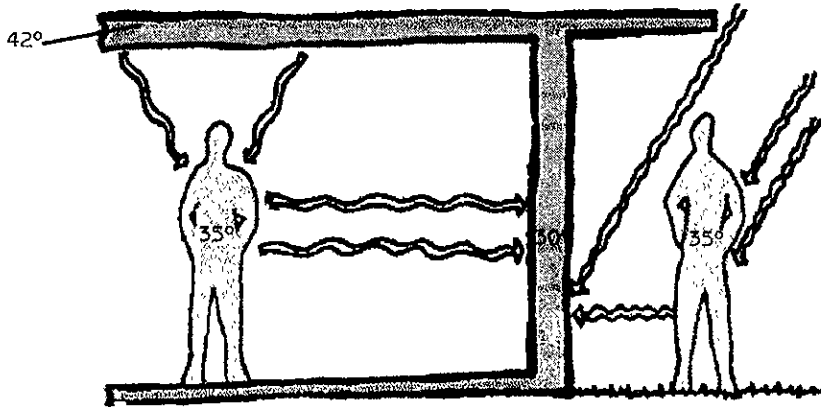


Figura 3-4. Intercambios de calor por radiación entre el hombre y su entorno.

El cuerpo estará en posibilidades de desprender calor por radiación, siempre que la temperatura media radiante sea inferior a 35°C y, por el contrario, cuando ésta sea mayor de 35°C , el cuerpo estará ganando calor por radiación. También afecta el intercambio radiante, entre el cuerpo y el ambiente, la ropa que lleve puesta el individuo, pues ésta se interpone entre las dos superficies impidiendo una transferencia directa de calor por radiación. Esto puede ser mejor entendido, si se coloca una persona con el torso al descubierto cerca de un motor caliente de algún vehículo, inmediatamente sentirá un calentamiento intenso, esto debido a la transferencia de calor por radiación desde el motor hacia la superficie del cuerpo.

Transferencia de Calor por Convección

La transferencia de calor por convección entre el cuerpo humano y el aire se produce en la superficie de la piel. El intercambio convectivo depende de la velocidad del aire y es proporcional a la diferencia entre las temperaturas del aire y de la superficie del cuerpo (Figura 3-5).

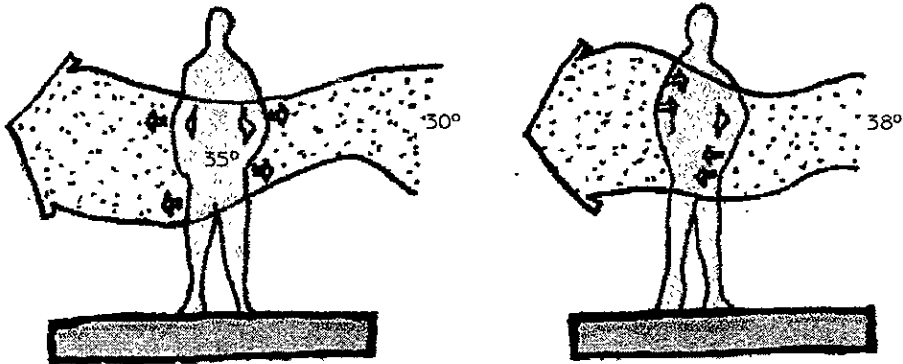


Figura 3-5. Intercambios de calor por convección.

La vestimenta vuelve a jugar un papel importante en las pérdidas de calor que el cuerpo pueda tener. Si el cuerpo está descubierto y la temperatura del aire es menor que la de la superficie del mismo, éste perderá calor más rápidamente en la medida que la velocidad del aire sea mayor (tomando en cuenta que una velocidad excesiva puede causar incomodidad). Se dificultará, la pérdida de calor por convección desde la superficie del cuerpo, si entre éste y el aire se interpone la ropa, que impide el contacto directo del aire más frío con el cuerpo, reduciéndose la transferencia de calor mediante este mecanismo convectivo. Cuando la temperatura del aire es superior a la de la piel, resulta imposible perder calor por efectos convectivos; pues, al contrario, el cuerpo ganará calor debido a dicha diferencia de temperatura.

Evaporación

La evaporación del sudor sobre la piel o el agua en los pulmones es otro de los fenómenos físicos de transferencia de calor que aprovecha el organismo para alcanzar su equilibrio térmico.

El cambio de estado del agua, de líquido a gas, es lo que se denomina evaporación. Este proceso de transferencia térmica consume aproximadamente 0.58 kcal por cada gramo de agua evaporada. Cuando la evaporación se produce en los pulmones o en los poros de la piel, todo el calor necesario para dicha evaporación es tomado del

cuerpo; de este modo el cuerpo puede perder grandes cantidades de calor aún cuando la temperatura ambiente y la de las superficies circundantes sean superiores a la del cuerpo.

No necesariamente todo el calor requerido para la evaporación del sudor sobre la piel (calor latente de vaporización) proviene del cuerpo. En ciertas condiciones, el enfriamiento obtenido por el cuerpo, como resultado de la evaporación de cierta cantidad de sudor, no es igual al calor latente de vaporización porque parte de éste puede haber sido tomado del aire y no directamente del cuerpo, esto reduce la eficiencia de enfriamiento del proceso de evaporación. Dos aspectos son importantes de considerar, al analizar la eficiencia de enfriamiento del proceso de evaporación del sudor: la rapidez y el lugar en que se produce la evaporación.

Cuando la evaporación es muy rápida comparada con la secreción de sudor, aquella se produce en la superficie de la piel o inclusive dentro de sus poros. En este caso, casi la totalidad del calor latente de vaporización es tomado del organismo. Sin embargo, si la producción de sudor es relativamente mayor que la evaporación del mismo, se produce sobre la piel una capa de líquido que dificulta la transferencia de calor desde el cuerpo hacia la superficie de evaporación y, de este modo, parte del calor necesario para evaporar el sudor es tomado del aire en contacto con el cuerpo, reduciéndose así el enfriamiento neto del mismo.

La rapidez y el lugar donde se produce la evaporación depende de la relación entre la cantidad de sudor evaporado y la máxima capacidad evaporativa del aire. En la medida que este cociente sea menor, la eficiencia de enfriamiento aumenta.

La capacidad evaporativa del aire o potencial evaporativo, depende del tipo de ropa que use el individuo, del nivel de presión de vapor de agua y de la velocidad del aire.

El potencial evaporativo del aire aumentará al disminuir la presión del vapor de agua y al aumentar la presión del viento. La ropa disminuye la velocidad del aire sobre la piel, al mismo tiempo que permite un aumento en la humedad sobre ella. De este modo se reduce el potencial evaporativo del cuerpo y, aún cuando la evaporación total producida en la piel y la ropa pueda no haberse reducido, la reducción de la evaporación en la piel implica una disminución del efecto neto de enfriamiento obtenido por el cuerpo.

3.4 Cálculo de Cargas Térmicas³

El ser humano como cualquier animal de sangre caliente, puede ser considerado como una bomba de calor que proporciona al espacio interior de una edificación, cierta cantidad de calor como consecuencia de las reacciones exotérmicas llevadas a cabo en las células. Este calor emitido hacia el medio que le rodea, es llamado Calor Total y puede ser dividido en dos partes.

La primera, el calor latente, es debido a la humedad que como consecuencia de la respiración y el efecto de la transpiración de la piel, el cuerpo humano incorpora al ambiente.

La segunda, es el calor que el aire, en contacto con la piel, toma de este, sumando al calor radiante que emite la piel al medio circundante (radiación infrarroja).

La cantidad de calor que el cuerpo desprende depende de diversos factores como: el peso, la edad, el estado nervioso, la actividad desarrollada, etc. Estos montos han sido medidos y tabulados, lo cual simplifica los cálculos.

Para su cálculo se recomiendan las siguientes ecuaciones:

$$QMETS = qsens * \# \text{ personas}$$

$$QMETL = qlat * \# \text{ personas}$$

Donde:

QMETS	= Calor Sensible del Metabolismo.
QMETL	= Calor Latente del Metabolismo.
qsens	= Calor sensible por persona de una actividad realizada.
qlat	= Calor latente por persona de una actividad realizada.
# personas	= Número de personas que realicen dicha actividad.

Su unidad es expresada en Watts.

³ Centro de Investigación de Energía. "Notas del Curso de Actualización en Energía Solar". Universidad Nacional Autónoma de México. Temixco, Morelos, México. 1997.

4.0 Iluminación y Aparatos

4.1 Iluminación

La cantidad de calor por iluminación varía de acuerdo al tipo de lámparas a utilizar. Su porcentaje de calor emitido, depende de las características y potencia de ellas.

Lámpara Incandescente

Produce luz por Incandescencia de un alambre de tungsteno, dentro de un bulbo de vidrio (Figura 4-1). Aproximadamente el 10% de su rendimiento es en forma de energía visible (luz), el resto son radiaciones infrarrojas (calor). Una lámpara Incandescente de 300 watts produce aproximadamente 19 lúmenes por watt consumido.

Los principales inconvenientes de la lámpara Incandescente son: una vida corta y una baja eficiencia. Sin embargo, hay ventajas que las compensan y sostienen el uso de la lámpara Incandescente. Estas ventajas son:

- Tamaño compacto.
- Bajo costo inicial.
- Inafectable por la temperatura circundante.
- No necesita accesorios de arranque o reactores.
- Color cálido, que da a los objetos un aspecto familiar.
- Flujo luminoso fácilmente controlable en una gran variedad de distribuciones luminosas.
- Opera indistintamente en corriente alterna o en continua.

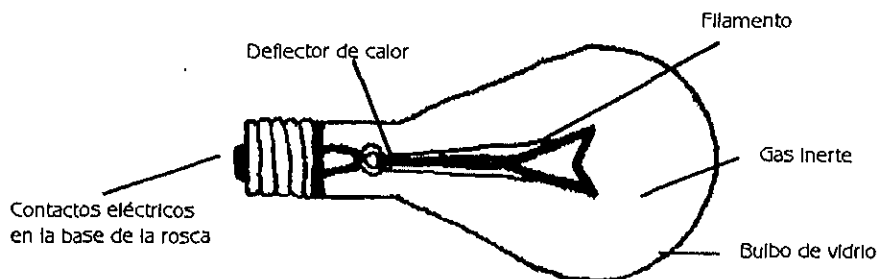


Figura 4-1. Lámpara Incandescente.

Lámpara Fluorescente

Cuando se aplica un voltaje apropiado a las terminales de una lámpara fluorescente (Figura 4-2), los vapores gaseosos dentro del tubo emiten radiaciones ultravioleta. Estos invisibles y nocivos rayos son convertidos en luz visible e inofensiva al pasar a través de los polvos fluorescentes en la superficie interna de los tubos.

Los principales inconvenientes de esta lámpara son su gran tamaño físico en relación con su wattaje (una lámpara de 1.22 mts. consume 40 watts); la necesidad de un reactor que le proporcione una corriente y un voltaje adecuado de operación y una gran reducción de su flujo luminoso a bajas temperaturas. Estos factores adversos están compensados por las siguientes ventajas:

- Alta eficiencia luminosa, más de 67 lúmenes por watt.
- Producción de buenos colores.
- Vida más larga, aproximadamente 12,000 hrs. en comparación con las 750 a 1,000 hrs. de las lámparas incandescentes.

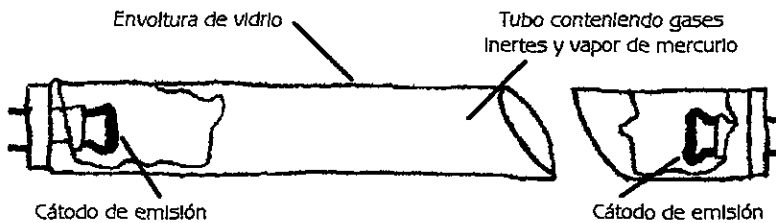


Figura 4-2. Lámpara fluorescente.

Lámpara de Vapor de Mercurio

Esta genera la luz directamente de la luminosidad producida por el arco eléctrico. Esta lámpara (Figura 4-3) tiene una emisión de luz característica azul-verde. Su calidad en el color ha sido mejorada para igualar la de las demás lámparas fluorescentes, por una acción de fluorescencia parcial por medio de polvos fluorescentes en la superficie interna del bulbo de vidrio.

Sus características la hacen una fuente ideal para gimnasios, grandes campos deportivos, instalaciones industriales y en general en todas las áreas al aire libre.

Además de necesitar un reactor, otro inconveniente de las lámparas de vapor de mercurio es que, después de aplicarle corriente, se necesitan varios minutos para obtener su máxima emisión luminosa, y si se ha apagado, es necesario un enfriamiento de tres a cinco minutos antes de tener su total emisión nuevamente.

Estos inconvenientes son insignificantes en lugares donde las lámparas están en uso constante durante un tiempo determinado (como en fábricas o del crepúsculo hasta el amanecer en alumbrado público).

Resumiendo, sus ventajas son las siguientes:

- Larga vida económica, más de 16,000 hrs. con muy baja depreciación.
- Fuente luminosa concentrada que facilita un control preciso de los rayos luminosos.
- Alta eficiencia luminosa, más de 80 lúmenes por watt.
- Flujo luminoso inalterable por los cambios de temperatura.
- Más robusta que las lámparas incandescentes y fluorescentes, y no se ve afectada por las vibraciones o el trabajo rudo.

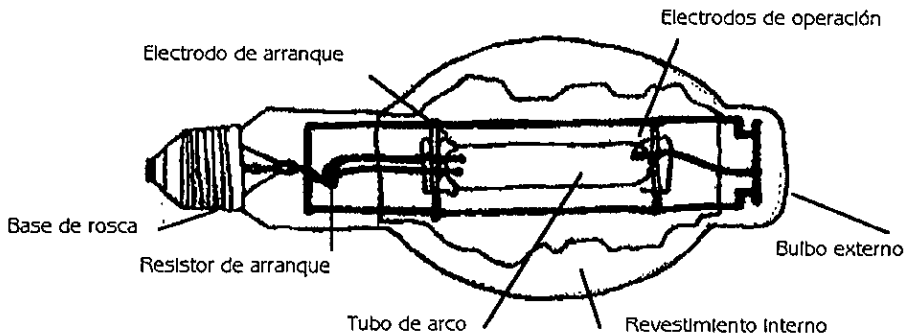


Figura 4-3. Lámpara de vapor de mercurio.

Lámparas Halógenas Dicrómicas

Estas lámparas (Figura 4-4) están dotadas de un espejo especial denominado dicróico; este tipo de espejo está hecho con un determinado número de capas alternadas de materiales como sílice y sulfuro de zinc.

La caja dicróica del reflector transmite la radiación Infrarroja a través de la cúspide del espejo hacia la parte de atrás y refleja la radiación visible hacia el frente, por lo que el rayo de luz emitido contiene poco calor (rayo frío) y el efecto transmutor del calor en el reflector dicróico crea atractivos grados de brillantez.

Las lámparas halógenas dicrómicas son generalmente utilizadas en aquellos casos donde la radiación de calor de las lámparas halógenas normales en una superficie pequeña, pueden crear inconvenientes.

Los beneficios de estas lámparas son:

- Menor calor cerca de productos sensibles a éste como productos perecederos, piel, pinturas, etc.
- Ambiente agradable dentro de boutiques ya que el calor en los exhibidores se queda depositado dentro del luminario.
- Grandes propiedades de reflexión mejorándose la eficiencia de la lámpara.
- Posee una apariencia decorativa.
- Alta Intensidad de luz comparada con las lámparas reflectoras incandescentes normales.

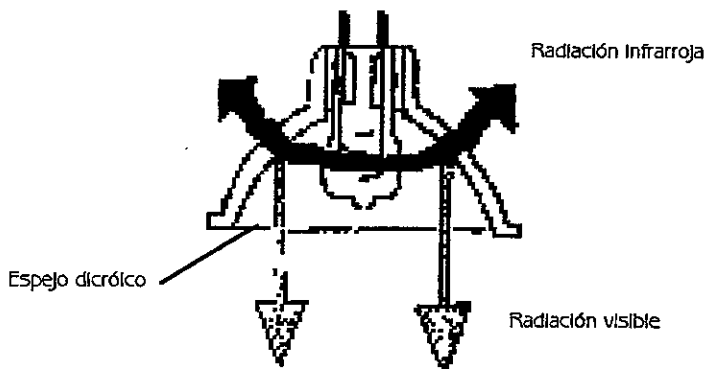


Figura 4-4. Lámpara halógena dicróica.

4.2 Aparatos

Los aparatos en una edificación son generadores de una considerable cantidad de calor. Esta cantidad de calor varía dependiendo del tipo de aparato, así como del número de ellos.

La manera en obtener el calor generado por los aparatos es multiplicando su potencia por un porcentaje de emisión calorífica (comúnmente es el 20%).

4.3 Cálculo de Cargas Térmicas¹

Ganancia de Calor debida a Equipo Eléctrico: QELECT

La ganancia de calor debida a equipo eléctrico se suma completa a la carga total. Esta carga proviene de proyectores, iluminación, etc., y se considera que la potencia eléctrica consumida por estos, es finalmente incorporada al espacio en forma de calor.

En este caso se sumarán el número de aparatos y/o lámparas a utilizar en el espacio a calcular, y se multiplicarán por la cantidad de watts de calor que estos generen.

$$QELECT = \# * \text{Watts}$$

Donde:

= Número de aparatos o lámparas

Watts = Cantidad de calor emitido por el aparato y/o lámparas (watts)

¹ Centro de Investigación de Energía "Notas del Curso de Actualización en Energía Solar". Universidad Nacional Autónoma de México. Temixco, Morelos, México. 1997

5.0 Cálculo Final

5.1 Temperatura del Cuarto

Una vez realizado el cálculo de las cargas térmicas de la envolvente, el metabolismo, la iluminación y equipo, se reúnen para aplicar la fórmula final¹ del cálculo:

$$T_{\text{cuarto}} = T_i + \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Capacitancia}}$$

Donde:

Tcuarto	= Temperatura del cuarto.
Ti	= Temperatura Interior.
Qtotal	= Sumatoria total de ganancias de calor.
Capacitancia	= Capacidad de almacenamiento térmico del edificio.

Su unidad es expresada en grados centígrados (°C).

5.2 Complicaciones

Aunque aparentemente sencillo, el cálculo en sí tiene sus complicaciones. A continuación se mencionan algunas de ellas:

- Datos Climáticos. Se recomienda investigar en algún observatorio o estación climatológica de la entidad; de no contar con ellos, se deberán tomar lecturas en campo.
- Radiación Solar Instantánea, desde el ocaso hasta la puesta de sol. Para estos datos existen algunos programas computacionales; pero debido a que solo se obtiene la radiación de una hora por corrida, hacen que su uso para obtener la totalidad de los resultados sea cansada y tediosa.

¹ Centro de Investigación de Energía. "Notas del Curso de Actualización en Energía Solar" Universidad Nacional Autónoma de México. Temixco, Morelos, México 1997.

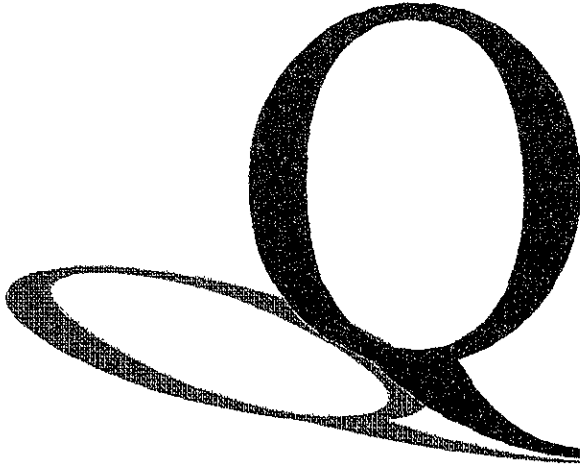
- Ángulo de Incidencia Solar. Este presenta el mismo problema que el anterior; solo se obtienen los datos de una hora por corrida.

- Humedad Específica del Aire. Este dato es obtenido de una serie de gráficas llamadas tablas psicrométricas, las cuales varían según la altitud del lugar. Sus resultados pueden no ser los correctos, ya que estas tablas son generalmente fotocopias de las originales.

- Propiedades Ópticas de los Materiales de Construcción. Los valores de absorptancia y emitancia son escasos en los materiales, por lo cual hace que en ocasiones el cálculo sea interrumpido.

- Proceso Horario. Esto implica realizar el cálculo 24 veces, uno por cada hora; considerando que varía de acuerdo a la presencia o ausencia de radiación solar.

- Modificaciones del proyecto. Cuando por alguna razón surge algún cambio al proyecto, el cálculo se debe realizar nuevamente y pasar por todo lo citado anteriormente.



Se presenta al lector la estructura general del Programa para el Cálculo Térmico de la Edificación, sus requerimientos y de manera gráfica el significado de cada pantalla que aparece durante su ejecución.

Parte II

Sistema

6.0 Aspectos Generales

6.1 Alcances

Día a día el humano desperdiciado más energía de la que realmente necesita para desarrollar sus actividades. En los últimos años se ha dado cuenta y a hecho conciencia del gasto energético que a generado por décadas. En nuestro país han nacido organismos para ayudar a la ciudadanía a tener un ahorro energético en sus viviendas. Algunos, como la COMAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) se dedican además de esto, al desarrollo de Normas Energéticas Oficiales que ayudarán a tener un mejor control sobre el uso energético.

Ahora bien, como estudioso del área de la construcción ¿Cómo poder contribuir a este ahorro energético?

Después de realizar una investigación sobre el tema, me di cuenta que nuestro compromiso esta en saber cuales serán las ganancias o pérdidas térmicas que tendrá nuestra edificación antes de ser construida; para poder así realizar modificaciones sobre el proyecto y no remodelaciones en obra. Con lo anterior podremos saber las condiciones de confort térmico; así como la capacidad necesaria del equipo de aire acondicionado o calefacción que se requerirá en ese espacio.

Esto fue lo que despertó en un servidor, el interés por crear un programa computacional que de manera previa a la construcción de una edificación, permitiera conocer las condiciones de temperatura en estado permanente que se tendrán en el interior de ésta.

Basado en la metodología de los Doctores en Arquitectura Diego A. Sámano, José Diego Morales y Bernardo Vázquez, se dio origen al Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación "Q".

"Q" obtiene de manera automática la radiación solar instantánea y el ángulo de incidencia horarios; la humedad específica del aire durante las veinticuatro horas; contiene en su base de datos las propiedades ópticas de diversas superficies y materiales de construcción; realiza el cálculo para un día completo, así como su temperatura promedio interior en menos de una hora; al haber modificaciones en el proyecto, el programa actualiza esa información y de manera inmediata obtiene los nuevos resultados; puede almacenar hasta 9,999 proyectos diferentes.

Las limitantes del programa son: el no proponer estrategias de diseño; no calcular las capacidades de equipo de aire acondicionado o calefacción, ni ductería; realizar el cálculo solo a edificaciones de forma paralelepípeda; así como el no tomar en cuenta el retardo térmico de los materiales, lo cual se debe a que el proceso de cálculo utilizado no es de manera transitoria sino permanente.

6.2 Lenguaje de Programación

Delphi 1.0 fue el lenguaje de programación utilizado para la realización del sistema, con el cual se pudo obtener los beneficios de su capacidad de Desarrollo Rápido de Aplicación (RAD, Rapid Application Development), con el cual los programadores emplean herramientas que son más intuitivas y visuales. Resulta difícil observar un fragmento de código que genera una ventana y visualizar la propia ventana, en comparación con la facilidad de crear la ventana real con un par de clics del ratón.

En este mundo nuevo de interfaces más visuales y sencillas, el primer jugador en aparecer en el ambiente Windows fue Visual Basic (VB). VB hizo descender la programación desde la religión mística hacia algo que pudiera manejar un simple mortal. Estas nuevas interfaces permiten al creador de software construir "visualmente" la interfaz de usuario con el ratón, en lugar de formularla en código, para después tener que compilar y ejecutar el código sólo para ver como luce!

Aunque VB tuvo éxito en el mercado y ayudó a abrir el mundo de la programación, también tuvo sus problemas. El lenguaje en sí mismo no promovió en realidad un buen diseño. VB en sus inicios carecía de los mecanismos para generar un código altamente estructurado, compacto y bien refinado; carecía del rigor de un lenguaje orientado a objetos; incluso VB promovió una inadecuada programación al permitir al creador optar por una solución rápida y tener "trabajos colaterales" para esas prácticas de programación, molestas pero necesarias, que deberían observarse.

Los creadores de Delphi han producido una herramienta que a primera vista pudiera parecer similar a VB 4, pero es de hecho diferente en forma distintiva y superior al ambiente VB 4. Este es el ambiente de desarrollo Integrado (IDE, Integrated Development Environment), en el cual se encuentran presentes todas las herramientas necesarias para diseñar, ejecutar o probar una aplicación. Aun cuando Delphi presenta una similitud visual con VB, la principal diferencia entre los dos productos consiste en el lenguaje que existe "detrás" del IDE.

Por otra parte, Delphi utiliza Object Pascal como su lenguaje base. El compilador Pascal de Borland (a partir del Turbo Pascal 1.0) ha sido uno de los más rápidos en el medio. Borland incorporó al lenguaje extensiones basadas en objetos para dar apoyo a las buenas prácticas de programación y un código más eficiente. Object Pascal es un verdadero lenguaje basado en objetos con un compilador sólido como roca tras él.

Cuando Delphi genera un archivo .exe, éste es realmente ejecutable. No se requiere de archivos adicionales para que funcione, lo cual proporciona aplicaciones más limpias, rápidas y fáciles de distribuir y de mantener.

6.3 Requerimientos

Entenderemos por requerimientos a todo el software y hardware que nuestro sistema necesita para poder funcionar debidamente, éstos pueden ser:

Mínimos:

- Monitor VGA
- Procesador 486
- Memoria Ram 4.0 Mb.
- Disco Duro 100 Mb.
- Unidad Drive 3 1/2"
- Windows 3.11

Óptimos:

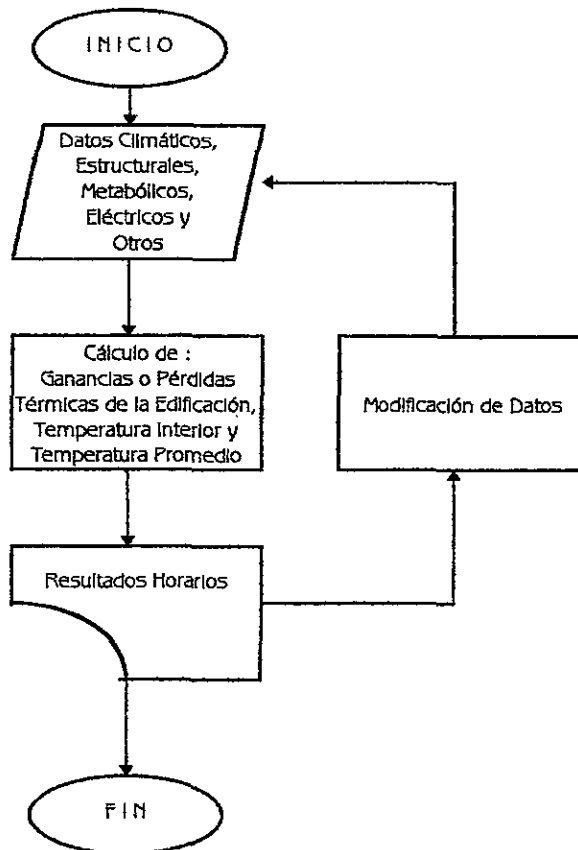
- Monitor SVGA
- Procesador Pentium o AMD
- Memoria Ram 16.0 Mb.
- Disco Duro 1 Gb.
- Unidad Drive 3 1/2"
- Mouse
- Windows 95 o NT.
- Lenguaje de Programación Delphi 1.0

6.4 Diagramas de Flujo

Los diagramas de flujo, como su nombre lo indica, son representaciones gráficas para saber cual es la ruta por la cual navega la información del sistema. Para una mejor comprensión del lector se han clasificado en dos partes:

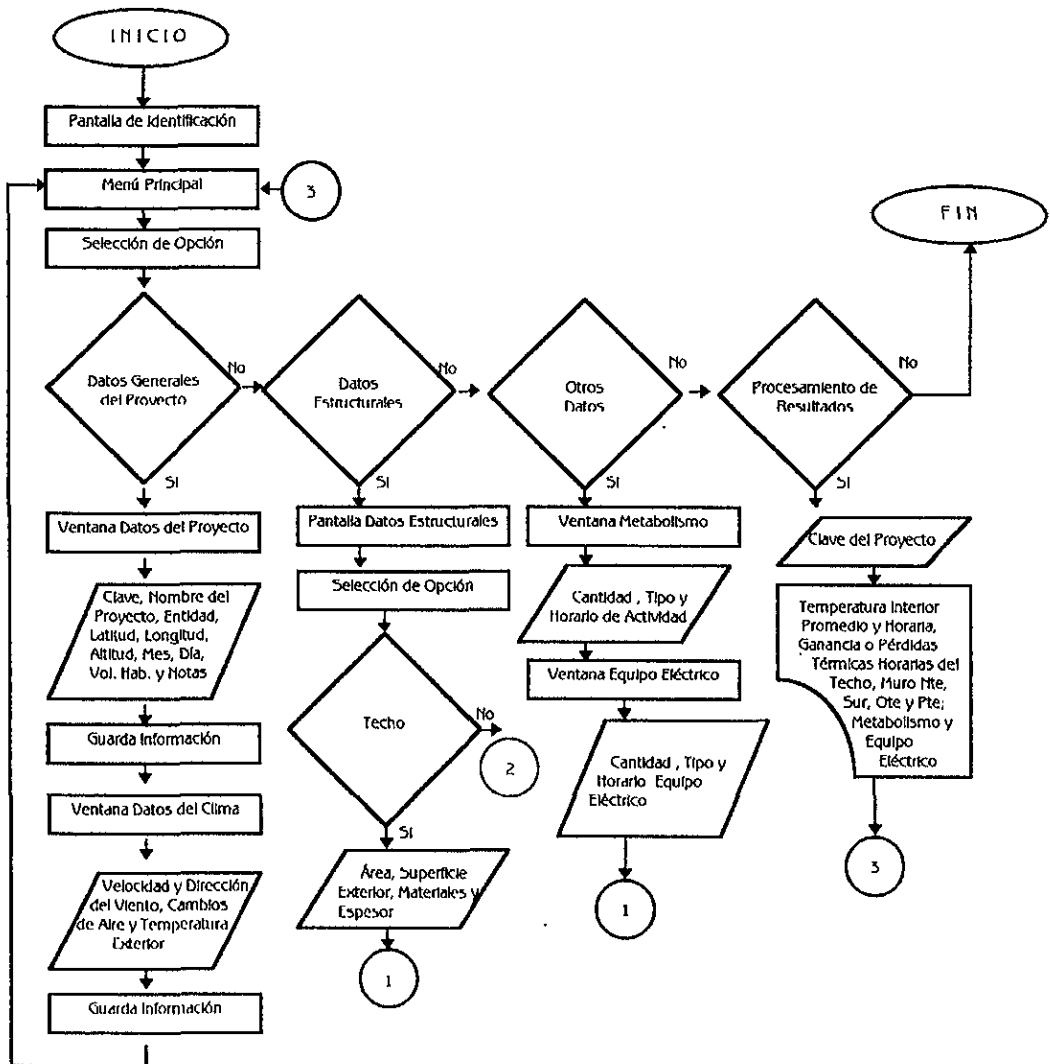
General

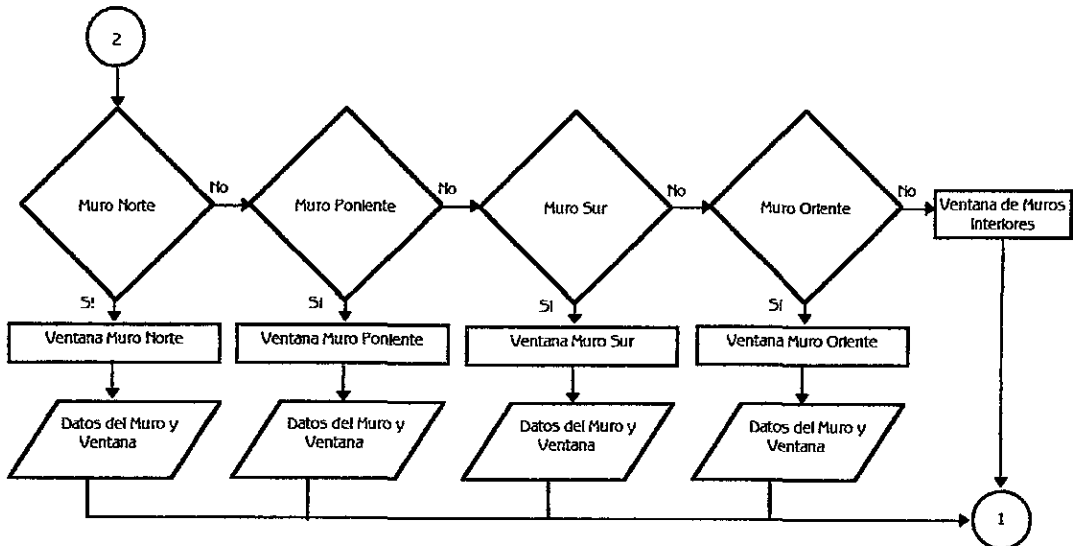
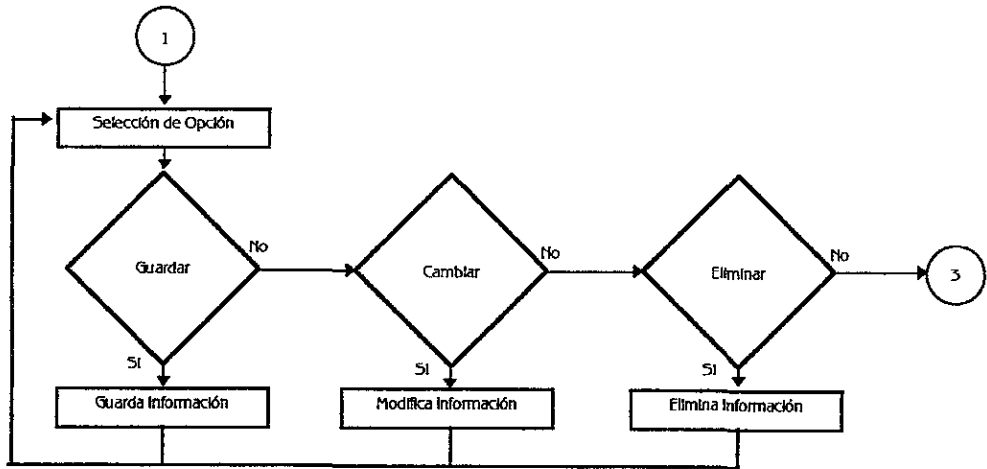
Se presenta la manera general en que se realiza el proceso del sistema.



Estructural

Se presenta la manera en que se encuentra organizada la estructura del sistema.





6.5 Instalación

- Desde MS-DOS o Windows, ejecutar el archivo INSTALL.BAT del disco "Q", el cual cargará todos los archivos necesarios para poder dar inicio al programa.
- Configurar el monitor en el que se vaya a trabajar :

Win 3.11

- Activar el icono Principal del Administrador de programas.
- Activar el Icono Instalar Windows.
- De la barra Opciones, seleccionar Cambiar configuración del sistema.
- Seleccionar la opción Pantalla.
- Escoger un tipo de monitor de 256 colores y 800 * 600 pixeles.

Dependiendo del tipo de monitor escogido, Windows 3.11 pedirá al usuario su disco n°. 2 de instalación para poder realizar dichos cambios.

Win 95

- Activar el botón de Inicio.
- Seleccionar la opción de Configuración - Panel de control.
- Activar el Icono de Pantalla.
- Seleccionar la pestaña de Configuración.
- Escoger en Paleta de colores, 256.
- Nivelar el Área de escritorio a 800 * 600 pixeles.
- Activar el botón de Aceptar.

En ambas opciones, el usuario deberá re-iniciar Windows para que sean aceptados los cambios realizados.

6.6 Arranque

Win 3.11

- Activar el icono Administrador de programas.
- Activar el icono Administrador de archivos.
- De la barra Archivo, seleccionar Ejecutar.
- Escribir C:\QQ.EXE
- Activar el botón de Aceptar.

Win 95

- Activar el botón Inicio.
- Seleccionar Ejecutar.
- Escribir C:\QQ.EXE
- Activar el botón de Aceptar.

Se recomienda al usuario, crear un acceso directo al programa ejecutable de la siguiente manera:

Win 3.11

- Activar el icono Administrador de programas.
- Activar el icono Microsoft office.
- Seleccionar de la barra Archivo - Propiedades.
- Escribir en Línea de comando: C:\QQ.EXE
- Oprimir el botón Aceptar.

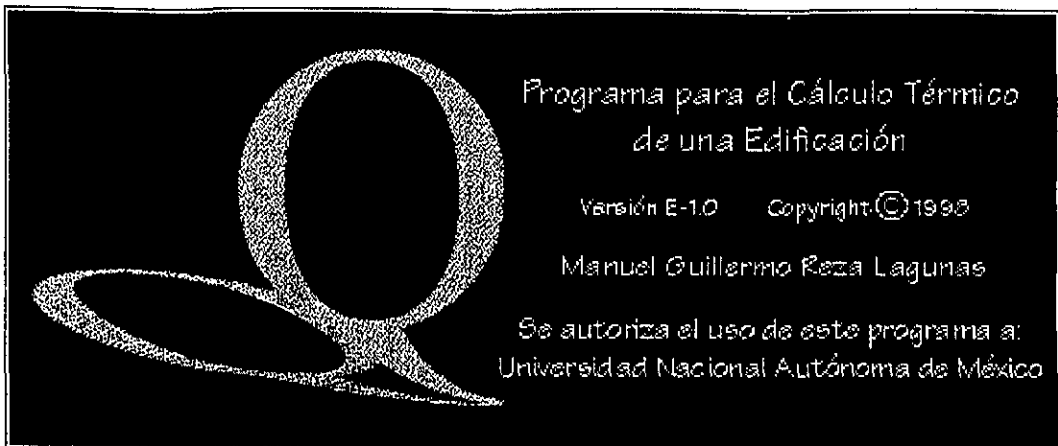
Con lo anterior se podrá ejecutar "Q", con tan solo activar su icono, el cual aparecerá en el Administrador de Programas.

Win 95

- En la pantalla principal de Windows, hacer clic al botón derecho del mouse.
- Seleccionar la opción Nuevo - Acceso directo.
- Escribir C:\QQ.EXE y oprimir el botón Siguiete.
- Dar como nombre de acceso directo: Programa para El Cálculo Térmico de una Edificación.
- Para confirmar lo anterior se oprimirá el botón Finalizar.

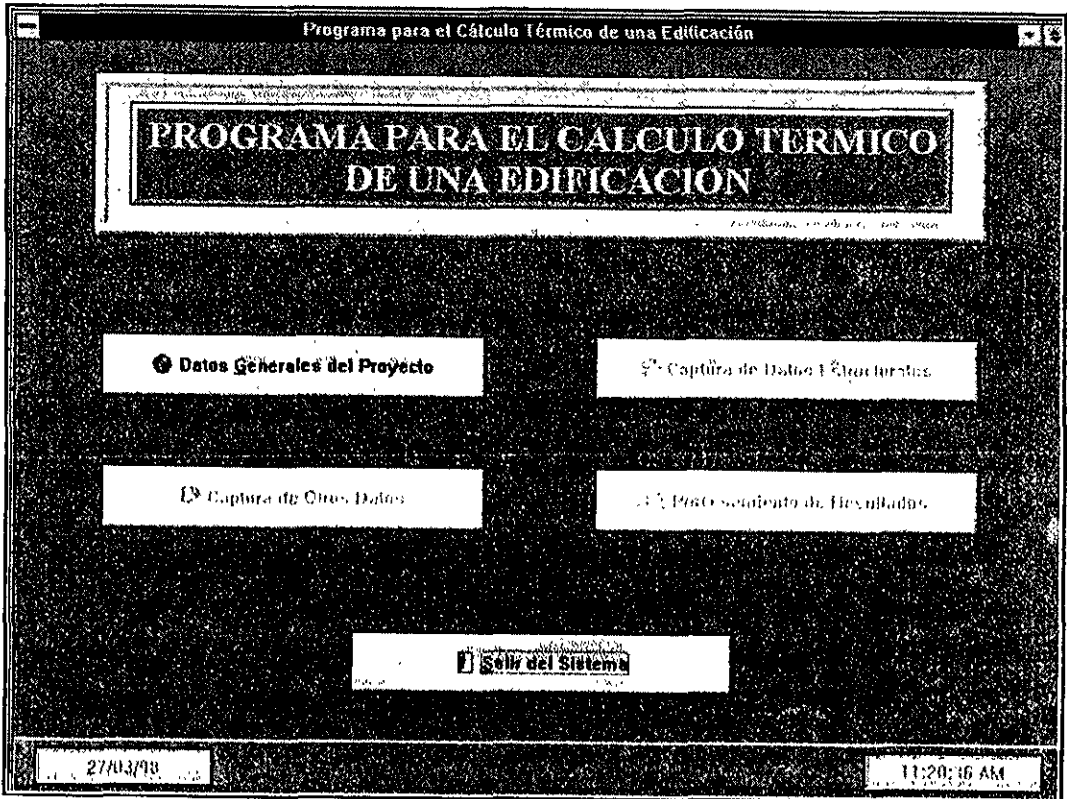
De esta manera, se podrá ejecutar el programa con solo activar su icono en la pantalla principal de Windows 95.

Una vez ejecutado el programa, aparecerá al usuario una ventana de presentación similar a la siguiente; en la cual se le dará un clic con el mouse, para poder pasar al Menú Principal.



7.1 Menú Principal

Este menú se encuentra compuesto por cinco botones de comando, como se aprecia sólo tres de ellos se encuentran activos para su uso (Datos Generales del Proyecto, Procesamiento de Resultados y Salir del Sistema), los restantes (Captura de Datos Estructurales y Captura de Otros Datos) solo serán activados cuando se encuentre en operación algún proyecto.



A continuación se explica el contenido de cada uno de los botones que aparecen en el **Menú Principal**.

Datos Generales del Proyecto

El usuario proporcionará los **datos particulares del proyecto** (nombre de identificación, entidad en que se localice, latitud, longitud y altitud del lugar, mes y día a calcular; así como algunas notas referentes a dicho proyecto) y sus **datos climáticos** (velocidad y dirección del viento, cambios de aire del espacio a calcular y la temperatura exterior; todos ellos de manera horaria).

Captura de Datos Estructurales

Se introducirá la información referente a la estructura de la edificación; **techo** (área, superficie exterior, materiales que conforman el techo y sus espesores); **muro norte, poniente, sur y oriente** (área del muro, superficie exterior, materiales que conforman cada muro y sus espesores); **muros interiores** (área y espesor de cada uno de los materiales que forman los muros interiores); y **ventanas** (área y tipo de ventana, porcentaje de sombreado y área de aberturas; éstos últimos de manera horaria).

Captura de Otros Datos

Solicitará los datos para el **cálculo del calor por metabolismo** (tipo de actividad, número de personas o usuarios y horario de aplicación de actividad); así como el **cálculo del calor por equipo** (tipo de equipo eléctrico a utilizar, cantidad y horario de uso de equipo).

Procesamiento de Resultados

Mostrará al usuario de manera horaria, los resultados obtenidos del número de proyecto dado.

Salir del Sistema

Termina una sesión del Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación "Q", y regresa al ambiente Windows.

8.0 Datos Generales del Proyecto

8.1 Datos del Proyecto

Programa para el Cálculo Técnico de una Edificación

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Datos del Proyecto Datos del Círculo

Nombre del Proyecto

Entidad **Latitud** **Longitud** **Altitud**

_____ _____ _____ _____

Mes _____

Día _____

Salvar Cancelar

Salir

31/03/88 1:37:12 PM



Cada vez que se active el botón de **Datos Generales del Proyecto**, "Q" generará una clave nueva para asignar a un proyecto, y así Iniciar con la captura de los datos.

Nombre del Proyecto

0005

CLAVE	DESCRIPCION CORTA	LOCALIDAD
0003	PROYECTO PRUEBA 1	Distrito Federal
0004	PROYECTO PRUEBA 2	Colima
*		

Por otro lado, si lo que se requiere es consultar un proyecto dado de alta anteriormente, bastará tan solo con activar el botón que aparece a un lado de la clave. Una vez activado, aparecerá un scrollbar, con el cual se podrá desplazar de un lado a otro para poder visualizar los datos del proyecto que deseamos utilizar.

Nombre del Proyecto

Será para Identificar el proyecto y no deberá exceder a 30 caracteres.

Entidad

ESTADO	DESCRIPCION
01	Aguascalientes
02	Baja California Nte.
03	Baja California Sur
04	Campeche
05	Coahuila
06	Colima

Para proporcionar la entidad se deberá activar el botón de opción que se encuentra a la derecha del concepto, entonces aparecerá un scrollbar y con el mouse podrá ser seleccionada la descripción deseada.

Latitud

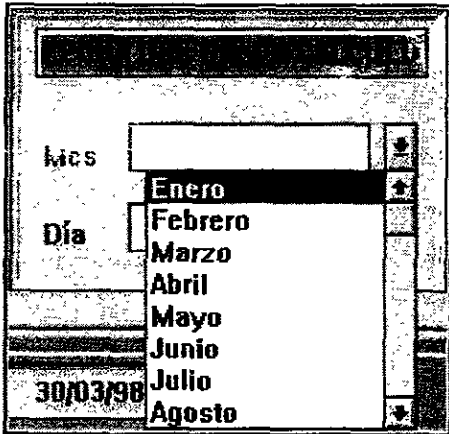
Aquí se proporcionará la latitud no de la entidad, si no del lugar en que se encuentra la edificación a calcular. Deberá darse sólo en grados.

Longitud

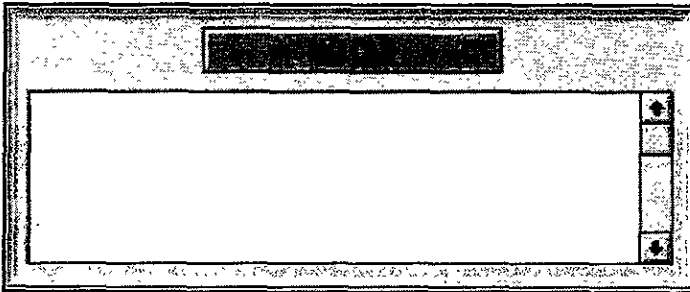
Se proporcionará la longitud no de la entidad, si no del lugar en que se encuentra la edificación a calcular. Deberá darse sólo en grados.

Altitud

Será la altitud no de la entidad, si no del lugar en que se encuentra la edificación a calcular. Deberá darse sólo en metros sobre el nivel del mar.



Esta fecha será la del día y mes para el cual se realizará el cálculo térmico. El mes podrá ser seleccionado del scrollbar que aparece en el mismo. El día será numérico, desde 1 hasta 31. "Q" no considera el día 29 de febrero como fecha de cálculo.



De manera referencial "Q" opta por colocar un espacio para que el usuario pueda escribir algún comentario relevante del proyecto. Éste podrá ser visualizado por medio de su barra de desplazamiento vertical.



Guarda en disco los nuevos datos o modificaciones realizadas a un proyecto en uso.



Cancela los cambios realizados en el proyecto activo.



Abandona la ventana de **Datos Generales del Proyecto** y retorna al **Menú Principal**.

8.2 Datos del Clima

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Datos del Proyecto Datos del Clima

HORA	TEMP. EXT	VEL. VIENTO	DIRECCION	CAMBIOS AIRE
06:00				
07:00				
08:00				
09:00				
10:00				
11:00				
12:00				
13:00				
14:00				

06:00

Velocidad del Viento Dirección Cambios de Aire

Temperatura Exterior

Siguiente

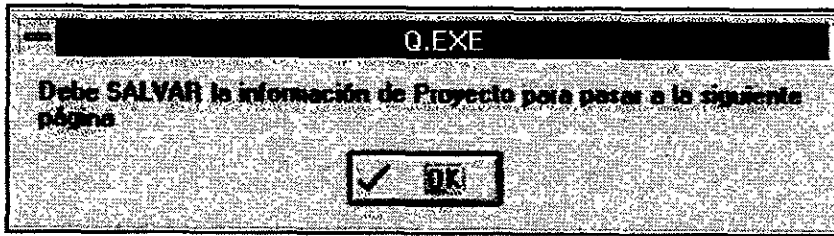
Editar

Salvar

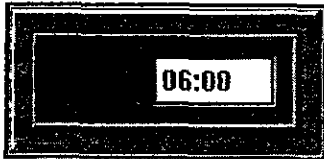
Cancelar

Salir

27/03/88 11:37:17 AM



Si el usuario no introduce los datos completos en la ventana **Datos del Proyecto**, "Q" mandará este mensaje de error.



Muestra la hora en que serán asignados los datos que se están introduciendo en ese momento. Cambia automáticamente al oprimir el botón siguiente.



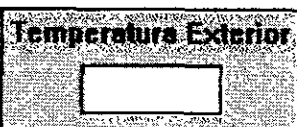
La unidad en que será suministrada la velocidad del viento será en metros por segundo.



La dirección del viento se proporcionará con las iniciales N, S, E y W (norte, sur, este y oeste, respectivamente). En sus combinaciones, no deberán excederse de tres letras.



Es el número de cambios de aire en 60 minutos de la edificación a calcular.



Es la temperatura ambiente proporcionada en grados centígrados.

Siguiente

Abanza a la siguiente hora, para continuar con la captura de datos climáticos.

Editar

Manda a edición los datos de cualquier hora seleccionada.

HORA	TEMP EXT	VEL VIENTO	DIRECCION	CAMBIOS AIRE
06:00				
07:00				
08:00				
09:00				
10:00				
11:00				
12:00				
13:00				
14:00				

Muestra los datos de cada hora que han sido capturados.



Avanza o retrocede el apuntador de selección que se encuentra a lado izquierdo de la hora. Esto lo puede hacer de uno en uno, o bien, ir al primero o al último.

Salvar

Guarda en disco los nuevos datos o modificaciones realizadas a un proyecto en uso.

Cancelar

Cancela los cambios realizados en el proyecto activo.

Salir

Abandona la ventana de **Datos Generales del Proyecto** y retorna al **Menú Principal**.

9.0 Captura de Datos Estructurales

9.1 Techo

Programa para el Cálculo Técnico de una Edificación

CAPTURA DE DATOS ESTRUCTURALES

Acc:

Superficie Exterior:

MATERIAL	ESPESOR	DESCRIPCION

Ares: mts.²

Será de toda la superficie horizontal que cubra a la edificación y deberá darse en metros cuadrados.

Superficie Exterior: 005		MATERIAL	DESCRIPCION
Asfalto		004	Aplanado de yeso
		005	Asfalto
		006	Block hueco cem-arena
		007	Concreto

Se deberá seleccionar el material sobre el cual Incidan los rayos solares en la superficie exterior de la edificación. Para hacerlo, se activará el botón de selección que se encuentra al costado derecho del concepto. Una vez activo desplegará una lista de descripciones, de las cuales el usuario con ayuda de la barra de desplazamiento deberá seleccionar alguno. Como medida de seguridad, la descripción elegida será visualizada bajo el concepto.



Este botón servirá para agregar los diferentes materiales que conformen el techo.

Clave

Epesor mts.

X Cancelar

O Regresar

MATERIAL	DESCRIPCION
010	Impermeabilizante
011	Ladrillo al exterior

Esta ventana aparece al activar el botón **Agregar**, en ella se podrán seleccionar los diferentes materiales que aparecen al activar el botón de selección. Una vez seleccionado alguno, deberá proporcionarse su espesor y oprimir el botón de comando **Regresar**.



Cancela la función que se haya realizado, desaparece la ventana de **Materiales para la Estructura** y regresa a la **Estructura del Techo**.



Regresa a la **Estructura del Techo** guardando las actualizaciones realizadas para el mismo.



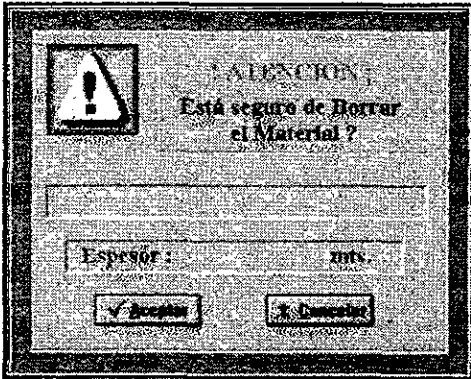
Realiza cambios del espesor o tipo de material del techo previamente dados de alta.

La imagen muestra una ventana de edición de datos de material. En la parte superior izquierda hay un campo de texto negro. Debajo de él, a la izquierda, está el campo 'Clave' con un ícono de selección. A la derecha, está el campo 'Espesor' con un ícono de selección y la unidad 'mts.'. En la parte superior derecha, hay un botón 'Cancelar' con un ícono de una X roja y un botón 'Regresar' con un ícono de una flecha curva. En la parte inferior, hay un campo de texto largo y vacío.

Aparece al activar el botón **Cambiar** y nos muestra los datos del material que desamos modificar.



Elimina un material del techo previamente seleccionado.



Esta pequeña ventana aparece al activar el botón de **Eliminar**, mostrando el material y su espesor esperando a que se confirme su decisión.



Confirmará la decisión de borrar el material previamente seleccionado.



Cancelará la decisión de borrar un material previamente seleccionado.

MATERIAL	ESPESOR	DESCRIPCION

Muestra los datos de cada uno de los materiales para el techo que han sido dados de alta.



Guarda los nuevos datos introducidos así como las modificaciones realizadas, de la **Estructura del Techo**.



Permite realizar modificaciones a la **Estructura del Techo**.



Abandona la ventana de **Captura de Datos Estructurales** y retorna al **Menú Principal**.

9.2 Muro Norte, Poniente, Sur y Oriente

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

CAPTURA DE DATOS ESTRUCTURALES

Techo
Muro Norte
Muro Poniente
Muro Sur
Muro Oriente
Muro Interior

Área: m²

Superficie Exterior:

➕ Agregar
➔ Cambiar
➖ Eliminar

MATERIAL	ESPESOR	DESCRIPCION

✓ **Salvar**
⚙ **Parámetros**
Salir

Area: mts.²

Será de toda la superficie vertical que envuelva a la edificación y deberá darse en metros cuadrados.

Superficie Exterior:	MATERIAL	DESCRIPCION
015	014	Pintura aluminio
Pintura blanca	015	Pintura blanca
	016	Pintura bronce
	017	Pintura gris

Se deberá seleccionar el material sobre el cual Incidan los rayos solares en la superficie exterior de la edificación. Para hacerlo, se activará el botón de selección que se encuentra al costado derecho del concepto. Una vez activo desplegará una lista de descripciones, de las cuales el usuario con ayuda de la barra de desplazamiento deberá seleccionar alguno. Como medida de seguridad, la descripción elegida será visualizada bajo el concepto.



Este botón servirá para agregar los diferentes materiales que conformen el muro.

Clave:

Epesor: mts.

MATERIAL	DESCRIPCION
010	Impermeabilizante
011	Ladrillo al exterior

Esta ventana aparece al activar el botón **Agregar**, en ella se podrán seleccionar los diferentes materiales que aparecen al activar el botón de selección. Una vez seleccionado alguno, deberá proporcionarse su espesor y oprimir el botón de comando **Regresar**.



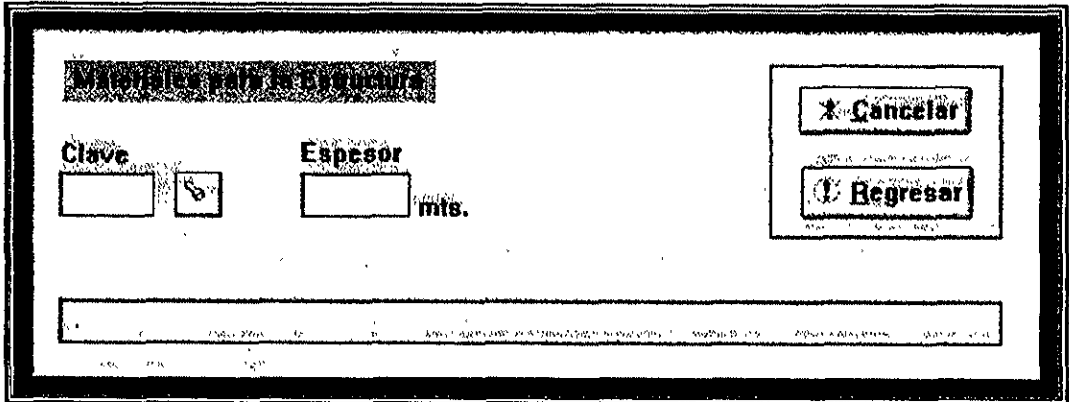
Cancela la función que se haya realizado, desaparece la ventana de **Materiales para la Estructura** y regresa a la **Estructura del Muro**.



Regresa a la **Estructura del Muro** guardando las actualizaciones realizadas para el mismo.



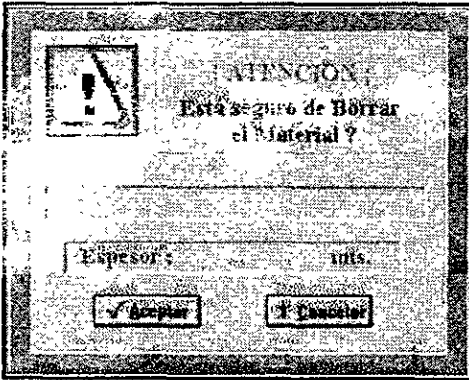
Realiza cambios del espesor o tipo de material del muro previamente dados de alta.



Aparece al activar el botón **Cambiar** y nos muestra los datos del material que desamos modificar.



Elimina un material del muro previamente seleccionado.



Esta pequeña ventana aparece al activar el botón de **Eliminar**, mostrando el material y su espesor esperando a que se confirme su decisión.



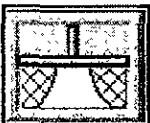
Confirmará la decisión de borrar el material previamente seleccionado.



Cancelará la decisión de borrar un material previamente seleccionado.

MATERIAL	ESPESOR	DESCRIPCION

Muestra los datos de cada uno de los materiales para el muro que han sido dados de alta.



Al activar este botón se podrán proporcionar los datos de las ventanas.

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

Ventanas del Muro

Clave Tipo Área

06:00

% Radiación
 Área de Aberturas

Hora	% Radiación	Aberturas	
06:00			
07:00			
08:00			
09:00			
10:00			

Actuar sobre Datos

Generales

Horarios

En esta ventana se pedirán y mostrarán todos los datos de las ventanas a calcular.

Tipo

DESCRIPCION	
Block de cristal 20*20*10 al exterior	<input checked="" type="checkbox"/>
Block de cristal 20*20*10 al interior	<input type="checkbox"/>
Ventana sencilla	<input type="checkbox"/>

El usuario deberá seleccionar el tipo de ventana a utilizar. Al activar el botón de selección se podrán visualizar algunos tipos de ventanas.

Será de toda la superficie de la ventana y deberá darse en metros cuadrados.

Muestra la hora en que serán asignados los datos que se están introduciendo en ese momento.

Es el porcentaje de la ventana a la cual inciden los rayos del sol. Sus valores serán siempre números enteros y no fraccionarlos.

Es el área de las ventanas que se mantiene abierta para el paso del viento.

Hora	% Radiación	Aberturas
06:00		
07:00		
08:00		
09:00		
10:00		

Muestra los datos que han sido introducidos al programa.

Esta opción permite al usuario especificar sobre que tipos de datos se quiere trabajar; el primero (**Generales**) actúan sobre el tipo y área de la ventana seleccionada; y el segundo (**Horarios**) se refiere al % de radiación y área de aberturas de las ventanas.



Guarda los nuevos datos introducidos (**Generales** y **Horarios**), así como las modificaciones realizadas en las **Ventanas del Muro**.



Permite realizar modificaciones en las **Ventanas del Muro**, pueden ser en los **Datos Generales** u **Horarios**.



Regresa a la **Estructura del Muro** guardando las actualizaciones realizadas en ventanas.



Guarda los nuevos datos introducidos así como las modificaciones realizadas de la **Estructura del Muro**.



Permite realizar modificaciones a la **Estructura del Muro**.



Abandona la ventana de **Captura de Datos Estructurales** y retorna al **Menú Principal**.

9.3 Muros Interiores

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

CAPTURA DE DATOS ESTRUCTURALES

Yate Muro Norte Muro Este Muro Sur Muro Oeste Muro Interior

Clase Material Área Espesor

Material	Área	Espesor	Descripción

Botones:

Botones inferiores:

En esta ventana se introducirán todos los datos de los muros interiores de la edificación (tipo de material, área y espesor).

Clave	Material	Area	Espesor
006	Block de cemento-arena ligero		
MATERIAL	DESCRIPCION		
005	Azulejo		
006	Block de cemento-arena ligero		
007	Block de cemento-arena pesado		
008	Concreto		

Aquí se podrán seleccionar los diferentes materiales que aparecen al activar el botón de selección. Una vez seleccionado alguno, deberá proporcionarse el área y espesor del mismo.

Material	Area	Espesor	Descripcion

Muestra los datos de cada uno de los materiales para los muros interiores que han sido dados de alta.



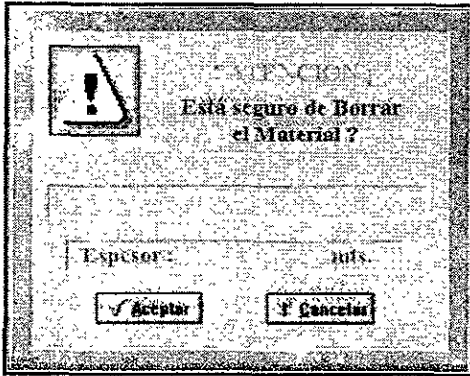
Este botón servirá para agregar los diferentes materiales que conformen los muros interiores.



Realiza cambios del espesor o tipo de material del muro interior previamente dados de alta.



Elimina un material del muro interior previamente seleccionado.



La ventana aparece al activar el botón de **Eliminar**, mostrando el material y su espesor esperando a que se confirme su decisión.



Confirmará la decisión de borrar el material previamente seleccionado.



Cancelar la decisión de borrar un material previamente seleccionado.



Guarda los nuevos datos introducidos así como las modificaciones realizadas de la **Estructura de los Muros Interiores**.



Permite realizar modificaciones a la **Estructura de los Muros Interiores**.



Abandona la ventana de **Captura de Datos Estructurales** y retorna al **Menú Principal**.

10.0 Captura de Otros Datos

10.1 Metabolismo y Equipo Eléctrico

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

CALOR POR METABOLISMO Y EQUIPO

Calor por Metabolismo

Clave Actividad No. Persona

Calor por Equipo Eléctrico

Clave Equipo Cantidad

Clave	Equipo	Cantidad
1		
2		
3		
4		
5		

Datos a Afectar

Con el botón de selección se escogerá la actividad de acuerdo al tipo de edificación a calcular. Posteriormente se proporcionará el número de personas que habrá en el interior.

CLAVE	ACTIVIDAD	Personas
01	Apartamento	<input type="text"/>
02	Casa habitación	<input type="text"/>



Se asignará el horario de uso del Inmueble.

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

Horario de Aplicación de Actividades

<input type="checkbox"/> 7:00	<input type="checkbox"/> 8:00	<input type="checkbox"/> 9:00	<input type="checkbox"/> 10:00	<input type="checkbox"/> 11:00	<input type="checkbox"/> 12:00
<input type="checkbox"/> 13:00	<input type="checkbox"/> 14:00	<input type="checkbox"/> 15:00	<input type="checkbox"/> 16:00	<input type="checkbox"/> 17:00	<input type="checkbox"/> 18:00
<input type="checkbox"/> 19:00	<input type="checkbox"/> 20:00	<input type="checkbox"/> 21:00	<input type="checkbox"/> 22:00	<input type="checkbox"/> 23:00	<input type="checkbox"/> 24:00
<input type="checkbox"/> 1:00	<input type="checkbox"/> 2:00	<input type="checkbox"/> 3:00	<input type="checkbox"/> 4:00	<input type="checkbox"/> 5:00	<input type="checkbox"/> 6:00

X Cancelar

Regresar

Al activar el botón de **Horario** de actividad se presentará esta tabla, en la cual se deberán activar las horas específicas de uso del Inmueble.

CLAVE	EQUIPO	Cantidad
01	Aspiradora 4 lts.	<input type="text"/>
02	Batidora	<input type="text"/>
03	Cafetera 10 tzas.	<input type="text"/>
04	Cafetera 48 tzas.	<input type="text"/>
05	Computadora	<input type="text"/>
06	Congelador 3.8 p3	<input type="text"/>
07	Congelador 14 p3	<input type="text"/>

Con el botón de selección se escogerá el equipo eléctrico a calcular. Posteriormente se proporcionará la cantidad que habrá en el interior.



Se asignará el horario de uso del equipo eléctrico.

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

Horario de Uso de Equipo

<input type="checkbox"/> 7:00	<input type="checkbox"/> 8:00	<input type="checkbox"/> 9:00	<input type="checkbox"/> 10:00	<input type="checkbox"/> 11:00	<input type="checkbox"/> 12:00
<input type="checkbox"/> 13:00	<input type="checkbox"/> 14:00	<input type="checkbox"/> 15:00	<input type="checkbox"/> 16:00	<input type="checkbox"/> 17:00	<input type="checkbox"/> 18:00
<input type="checkbox"/> 19:00	<input type="checkbox"/> 20:00	<input type="checkbox"/> 21:00	<input type="checkbox"/> 22:00	<input type="checkbox"/> 23:00	<input type="checkbox"/> 24:00
<input type="checkbox"/> 1:00	<input type="checkbox"/> 2:00	<input type="checkbox"/> 3:00	<input type="checkbox"/> 4:00	<input type="checkbox"/> 5:00	<input type="checkbox"/> 6:00

Cancelar

Regresar

Al activar el botón de **Horario** de actividad se presentará esta tabla, en la cual se deberán activar las horas específicas de uso del equipo del inmueble.

Clave	Equipo	Cantidad

Se visualizan los datos de cada uno de los equipos eléctricos que se han dado de alta.

Datos a Afectar

Esta opción permite al usuario especificar sobre que tipos de datos se quiere trabajar; el primero(metabolismo) actúa sobre la actividad, el número de usuarios y su horario de uso; y el segundo(equipo eléctrico) se refiere al tipo, cantidad y uso del equipo.



Guarda los nuevos datos Introducidos del **Metabolismo** o **Equipo Eléctrico**.



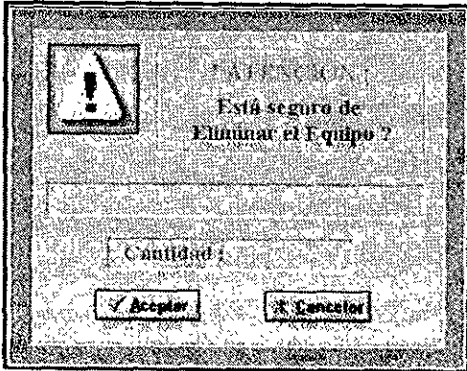
Permite realizar modificaciones los datos del Metabolismo o Equipo Eléctrico.



Este botón servirá sólo para agregar diferentes equipos.



Elimina un equipo previamente seleccionado.



La ventana aparece al activar el botón de **Eliminar**, mostrando el equipo y su cantidad esperando a que se confirme su decisión.



Confirmará la decisión de borrar el equipo previamente seleccionado.



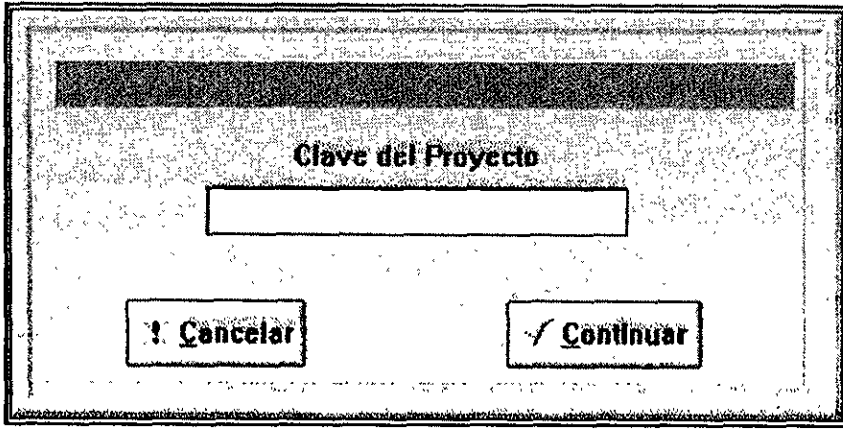
Cancelará la decisión de borrar el equipo previamente seleccionado.



Abandona la ventana de **Captura de Otros Datos** y retorna al **Menú Principal**.

11.0 Procesamiento de Resultados

11.1 Solicitud de la Clave del Proyecto



Solicita la clave con la que fué dado de alta el proyecto.



Acepta la clave del proyecto proporcionada.



Cancela el trabajo de **Procesamiento de Resultados** y regresa al **Menú Principal**.

11.2 Pantalla de Resultados

Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación

Procesamiento de Resultados

°C

Latitud Longitud Altitud

Hora	Temp Ext	Temp Int	Techo	Muro Nte	Muro Sur	Muro Ote	Muro Pie	Vent Nte	Vent Sur	Vent O
06:00										
07:00										
08:00										
09:00										
10:00										
11:00										
12:00										
13:00										
14:00										
15:00										

En esta pantalla, es desplegado el nombre completo del proyecto seleccionado; el nombre de la entidad; la latitud, longitud y altitud de la ubicación del proyecto; el valor de la temperatura Interior promedio; la temperatura Interior horaria y de manera muy significativa las ganancias o pérdidas térmicas de cada uno de los elementos que conforman el inmueble.



Cierra la ventana de resultados y regresa al **Menú Principal**.

Como se ha observado, la cantidad de calor en cualquiera de sus formas, es de relevante importancia para la actividad a desarrollar dentro de una edificación. Los factores que alteran a este calor son diversos, unos dependen del entorno climatológico del inmueble, otros de las propiedades de los materiales de construcción y algunos de su hora de uso.

El Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación, toma en cuenta estos y otros factores para llevar a cabo el cálculo. Evita que el usuario haga uso de programas alternos, o de cartas psicrométricas para obtener los datos horarios de la radiación solar, ángulo de incidencia solar y humedad específica del aire; ya que son calculados por el mismo programa. Esto hace que "Q" sea autónomo en el proceso de cálculo; rápido y eficiente en sus resultados.

Su diseño fue realizado de tal forma que el usuario pudiera entender de una manera clara y sencilla, cada una de las ventanas y botones que en él aparecen. La captura de datos se hace de manera independiente y la presentación de sus resultados son mostrados de forma estructural; de tal manera que el diseñador pueda detectar que elemento de la misma, tendrá que modificar en caso de que su proyecto así lo requiera.

De manera muy importante cabe mencionar, que "Q" no evita el uso de sistemas mecánicos para el confort térmico de la edificación; pero sí su uso excesivo, así como el gasto energético que éstos producen a largo plazo.

Esta versión calcula una edificación de forma cúbica o paralelepípeda rectangular, de tal manera que cada uno de sus lados vienen siendo los muros norte, sur, oriente y poniente; y su cara superior, la loza horizontal del inmueble. Debido a esto, "Q" es dirigido a los estudiantes de nivel licenciatura como apoyo al cálculo térmico. En su base de datos sólo se incluyen las actividades, materiales y equipo e iluminación comúnmente usados en la construcción.

El no incluir estrategias de diseño, permite al alumno utilizar su creatividad para diseñar o rediseñar espacios, de una manera original y confortable.

Queda entonces comprobado que debido a su manejo simple y sencillo, su bajo costo (sólo un disco flexible de 3 1/2") y el no contener ningún tipo de llave o protección para su libre copia, hagan del **Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación, "Q"** la mejor opción para su uso en el área docente.

Al ser becado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por sólo 4 semestres, obligó a un servidor a tener que realizar el programa sólo en una versión estudiantil, ya que durante el semestre 98-1 a la fecha de la presentación del examen de grado, los gastos de mi estancia en la Cd. de México han corrido por cuenta propia. Lo cual impidió poder realizar una versión más avanzada del programa.

De todo esto me despierta el interés por continuar los estudios a nivel doctorado y realizar la investigación necesaria para poder en un futuro, mostrar al público una versión actualizada y más novedosa, dirigida ya no sólo a alumnos de nivel licenciatura sino a profesionistas del ramo. Esta contemplaría una detallada base de datos de diferentes materiales, ventanas, puertas, equipo, iluminación y actividades de una edificación. Realizaría el cálculo a edificaciones con formas geométricas más apegadas a las que existen en la realidad, así como a superficies curvas en muros e inclinadas en losas de azotea.

Para finalizar y como comentario, se presentó el programa durante el Curso de Actualización en Energía Solar celebrado del 20 al 24 de abril en Temixco, Morelos; teniendo una aceptación general por parte del grupo al que le fue mostrado.

Así mismo, se envió un artículo referente al trabajo anterior al Secretario de Vocallas Técnicas de la Asociación Nacional de Energía Solar, Eduardo Rincón Mejía, el cual le asignó al "Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación" el N° AS-03 para presentarlo en la Reunión Técnica de la XXII Semana Nacional de Energía Solar, a celebrarse en Mexicali B.C., del 30 de septiembre al 2 de octubre del presente año, y publicarlo en la Memoria del evento.

Queda de esta forma demostrado el interés por parte de los estudiosos de esta área, por el Programa para el Cálculo Térmico de una Edificación, al cual y como había mencionado anteriormente, seguiré perfeccionando.

Absorbente. Elemento que absorbe las radiaciones solares e Infrarrojas disponibles en el interior de un colector y que transmite el calor al fluido conductor de calor; se caracteriza por su excelente coeficiente de absorción y una inercia débil (para que su temperatura de superficie sea elevada).

Activo. Principio de captación solar, almacenamiento y distribución que necesita para su funcionamiento la aportación de una energía exterior y que implica tecnologías bastante pesadas.

Aislamiento térmico. Propiedad que tiene un elemento constructivo de impedir la transmisión de calor en régimen permanente; se caracteriza por la resistencia térmica del material.

Altitud. Altura con relación al nivel del mar, al aumentar la altura, el aire está menos cargado de partículas sólidas y líquidas, y son esas partículas que absorben las radiaciones solares y las difunden aumentando la temperatura del aire.

Altura. Ángulo que forma la dirección de un astro con el plano del horizonte, para un punto de observación dado.

Ángulo de incidencia. Ángulo que forma un rayo luminoso con la perpendicular a un plano; sirve para determinar la iluminancia energética de la superficie.

Arquitectura solar. Toda edificación que utilice la energía solar para su climatización.

Calor. Forma de energía manifestada por el movimiento molecular.

Calor basal. Cantidad de calor producida por el ser humano.

Calor específico. Cantidad de energía necesaria para elevar una libra de un material en un grado Fahrenheit.

Calor latente. Calor requerido para cambiar el estado físico de una sustancia.

Calor latente de vaporización. Cantidad de calor requerida para cambiar completamente una libra de líquido a vapor, a su temperatura de ebullición.

Calor sensible. Cantidad de calor en Kcal absorbido por una sustancia, como un fluido, al elevar su temperatura sin cambiar su estado físico.

Caloría. Cantidad de calor necesaria para elevar un gramo masa de agua, 1°C.

Capacidad calorífica. Cantidad de calor que puede almacenar un cuerpo por unidad de volumen; se obtiene multiplicando la masa de volumen por el calor específico, y se expresa en W/m³.

Cenit. Punto de la esfera celeste situado en la vertical ascendente del observador.

Climatología. Estudio de los climas y su distribución en la superficie terrestre.

Coefficiente de conductividad. Capacidad de un material para transmitir calor por conducción.

Coefficiente de transmisión de calor. "U" es la cantidad de calor en Kcal, que pasa en una unidad de tiempo (1h) a través de muros, techos, pisos, etc., con una unidad superficial de 1m, que tenga una diferencia de temperatura de 1°C entre sus caras (interior y exterior).

Comodidad climática. Es dada por la combinación media de tres factores climáticos que son: el viento, la humedad y la temperatura.

Conducción. Flujo de calor de partícula a partícula dentro del material o de un material a otro.

Constante solar. Radiación solar recibida permanentemente por la Tierra, es decir 2 calorías/minuto/cm² de superficie perpendicular a la radiación o 0.14 W/cm².

Convección. Transmisión de calor por el movimiento de un líquido o de un gas.

Equinoccio. Días del año en los que el eje de la Tierra se encuentra en el plano de la eclíptica y cuyo trazado en el mismo es tangente a la misma eclíptica (21 de marzo, 21 de septiembre).

Fahrenheit. Escala de la temperatura, en la que el punto de congelación del agua es a los 32 grados, y el de ebullición es de 212 grados a presión atmosférica.

Humedad. Vapor de agua mezclado con otros gases que constituyen el aire en la atmósfera.

Humedad específica. Peso del vapor de agua, expresado en libras o granos, asociado con una libra de aire seco.

Humedad relativa. Relación expresada en porcentaje, entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la que el mismo puede contener cuando está saturado.

Latitud. Coordenada que determina la posición de un punto de la superficie terrestre; indica la línea del ecuador y los trópicos de Cáncer (paralelo de latitud 23°27' N) y de Capricornio (23°27' S); son los límites de las zonas tropicales y subtropicales.

Longitud. Posición de los meridianos. Son líneas que se juntan en los dos polos y que cruzan el ecuador. Esto se divide en 180° hacia el oeste. Considerando como origen (longitud = 0°) el meridiano de Greenwich.

Metabolismo. Conjunto de transformaciones químicas y biológicas que se producen en el organismo desprendiendo calor.

Microclima. Condiciones climáticas propias de una pequeñísima extensión de superficie terrestre.

Norte. Se presenta de tres a siete días consecutivos durante otoño e invierno y proceden del norte de los Estados Unidos, por lo que son fríos y húmedos. Son más intensos que los vientos aislados, por que el desnivel barométrico que los produce es muy acentuado.

Pasivo. Principio de captación, almacenamiento y distribución capaz de funcionar solos, sin aportación de energía exterior.

Peso específico. Peso por unidad de volumen de un cuerpo homogéneo.

Radiación. Transmisión de ondas electromagnéticas emitidas por un cuerpo caliente y que regeneran calor al impactar a otro cuerpo.

Resistencia térmica. Propiedad de los materiales de oponerse al paso del calor.

Solsticio. Días del año en los que el eje de rotación de la Tierra se encuentra en el plano perpendicular al plano de la eclíptica pasando por el centro del Sol (21 de diciembre, 21 de junio).

Temperatura de bulbo seco. Temperatura que indica un termómetro común.

Temperatura de bulbo húmedo. Temperatura a que la evaporación del agua reducirá la temperatura de bulbo seco del aire. Medida con un termómetro normal, al que se le añade una media porosa impregnada de agua sobre la cual se hace circular el aire.

Temperatura Media Normal (TMN). Promedio de por lo menos cinco años o más temperaturas medias anuales.

Temperatura "Sol-Aire". Temperatura del aire exterior a la cual en ausencia de todo intercambio de radiación, daría el mismo flujo de entrada de calor a través de la envoltura del edificio.

Transmisión de calor. Movimiento de una cantidad de calor de un lugar a otro, o el flujo de calor. Se produce por conducción, convección o radiación.

Ultravioleta. Gama de radiaciones invisibles de una longitud de onda que va de 0.01 a 0.4 micras.

- **ACOSTA Wladimiro**. "Vivienda y Clima". Ed. Nueva Visión. Buenos Aires, Argentina, 1976.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2541/A25
Presenta un estudio de las condiciones geo-meteorológicas y el bienestar térmico.
- **ADAE (Asociación de Aplicaciones de la Electricidad)**. "El Hombre y el Ambiente Físico". Madrid, España, 1976.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2542.3/H65
Creada para contribuir a conseguir una más racional utilización de la energía eléctrica, ADAE realiza una conferencia para darse a conocer en su país, y reúne en este documento las conferencias presentadas en la misma.
- **ALMANZA/ESTRADA/BARRIENTOS**. "Actualización de los mapas de irradiación global solar en la República Mexicana". Instituto de Ingeniería. U.N.A.M. México 1992. Nº. 543.
Muestra de manera gráfica los valores de las isocías que pasan por la república mexicana, indicando la cantidad de irradiación solar global que existe cada mes del año.
- **ASHRAE**. "Guide and Data Book". American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. New York, 1961.
Biblioteca de la Facultad de Arquitectura. Coloc. TH7011/A4
Presenta el proceso y metodología del cálculo para aire acondicionado.
- **BARDOU Patrick**. "Sol y Arquitectura". Ed. G.Gill. Barcelona, España, 1981.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2542/R3/B36
Intenta responder a las distintas cuestiones que pueden sugerir las investigaciones sobre la utilización de la energía solar.
- **BAUTISTA K. Javier A.** "Cálculo de Sistemas de Aire Acondicionado en Sistema Internacional". Tesis para obtener el grado de Maestría en Arquitectura, U.N.A.M. México, 1997.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. 001-00164-B1-1997.
Muestra la metodología y proceso para el cálculo de aire acondicionado.
- **BELTRAN de Q. Miguel**. "El Sol en la Mano". U.N.A.M. México, 1987.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2540/B4
De contenido didáctico, sencillo, claro y metodológico, muestra todo lo relacionado con el comportamiento que existe entre la tierra y el sol.
- **BROWN G. Z.** "Sol, Luz y Viento". Ed. Trillas. México, 1994.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2542.3/B7618
Muestra las ideas generales acerca de los elementos arquitectónicos, su dimensión y su relación con otros elementos.

-
- **Centro de Investigación de Energía.** "Notas del Curso de Actualización en Energía Solar". U.N.A.M. Temixco Morelos, México, 1997.
Es una compilación de las diferentes ponencias impartidas durante el curso.
 - **CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía).** <http://www.conae.gob.mx>
 - **DEFFIS C. Armando.** "La Casa Ecológica Autosuficiente". Ed. Árbol. México, 1994.
Presenta una gran variedad de recetas para no agredir a la naturaleza y construir en concordancia con ella.
 - **Dirección General de Bibliotecas de la U.N.A.M.** <http://www.dgbiblio.unam.mx>
 - **DIZ Fink Hugo M.** "Geometría Descriptiva II". Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México, 1995.
Describe el comportamiento del sol a través de metodologías y técnicas para la elaboración de montañas solares.
 - **FABIAN C. Eva.** "Nuestro Mundo, Geografía de México". Ed. EPSA. México, 1993.
Libro de texto que analiza la geografía y climas de nuestro país.
 - **FERNANDEZ/ESTRADA.** "Cálculo de la Radiación Solar Instantánea en la República Mexicana". Instituto de Ingeniería. U.N.A.M. México 1983. Nº. 472.
Enseña al lector, como y de que forma es posible calcular la radiación solar instantánea en cualquier mes del año y para cualquier entidad de la república mexicana.
 - **FIDE (Fidelcomiso para el Ahorro del Energía Eléctrica).** "Guía para Aplicar Criterios de Eficiencia Energética en Construcciones para uso Habitacional".
Muestra el proceso de como realizar un cálculo para la eficiencia energética basado en la comparación de un modelo paralelepípedo.
 - **GOMEZ/MARQUEZ.** "Geografía" Pub. CULTURAL. México, 1994.
Libro de texto que muestra los conocimientos de la geografía de nuestro país y del mundo entero.
 - **GONZALEZ Eduardo.** "Proyecto, Clima y Arquitectura", bienestar térmico y análisis bioclimático. Ed. G.Gill. México, 1986.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2541/P76
Desarrolla aspectos a tomar en cuenta en el diseño arquitectónico para climas cálidos y húmedos, a fin de que la edificación sea capaz de aminorar los impactos negativos del clima y resaltar o aprovechar los impactos positivos.

-
- **HOLAHAN Charles J.** "Psicología Ambiental". Ed. LIMUSA. México, 1994.
Estudio extenso de la trascendencia y diversidad características de la psicología ambiental.
- **Ingeniería de la Iluminación.** "Holophane, Principios de Iluminación y Niveles de Iluminación en México".
Muestra las características de los diferentes tipos de lámparas que existen en el mercado.
- **KENDALL Y KENDALL.** "Análisis y Diseño de Sistemas". Ed. Prentice Hall. México, 1991.
Biblioteca Alfredo Adam de la Fac. de Contaduría y Admón. Coloc. QA76/9588/K4518.
Propone una metodología para el análisis y diseño de sistemas.
- **KING Della.** "Acondicionamiento Bioclimático". Universidad Autónoma Metropolitana. México, 1994.
Identifica los requerimientos de adecuación ambiental para definir las estrategias de diseño arquitectónico en los diferentes climas de la república mexicana.
- **KONYA Allan.** "Diseño en Climas Cálidos". Ed. Blume. Madrid, España, 1981.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2542/T7/K6418
Orientado a regiones de clima cálido, hace una descripción sobre los elementos climáticos y las posibles tecnologías a aplicar para obtener el bienestar térmico.
- **MAZRIA Edward.** "Tecnología y Arquitectura". Ed. G.Gilli. México, 1985.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2542.7/L68
Examina la arquitectura del paisaje, la economía general de la construcción al utilizar el material local, la variedad y riqueza de los espacios arquitectónicos resultantes, los juegos de luz y de materiales de la arquitectura subterránea.
- **MORALES R. José D.** "Climatización de Edificios, Clima Cálido". Tesis para obtener el grado de Maestría en Arquitectura, U.N.A.M. México, 1989.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. 001-00164-M2-1989.
Contiene un estudio del clima de la cd. de Cuernavaca, Morelos; así como de sus problemas de comodidad térmica para aplicar una metodología de diseño al edificio de Salubridad. Al comparar este edificio con uno de características similares pero sin estrategias de diseño bioclimáticas, se encontró como resultado que el primero resultó ser aproximadamente 278 veces más económico que el segundo; esto en cuanto a su consumo energético.
- **MURRAY R. Spiegel.** "Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas". Ed. Mc Graw Hill.
Contiene un listado de fórmulas matemáticas que sirven para la solución de cualquier problema matemático.

-
- **OSIER/GROBMAN/BATSON.** *"Aprendiendo Delphi 2 en 21 días"*. Ed. SAMS Publishing. México, 1996.
Se enseña al lector, a utilizar las herramientas de programación visual para crear una aplicación que funcione para Windows.
- **PUPPO Ernesto.** *"Acondicionamiento Natural y Arquitectura"*. Ed. MARCOMBO. Barcelona, España, 1972.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2520/P86/1979
Presenta una metodología o procedimiento que tiene el fin de colmar la laguna que existe entre los valiosos estudios de varias partes del acondicionamiento natural y su práctica aplicación en el proyecto arquitectónico.
- **ROJAS José A.** *"Obtención de Propiedades Ópticas y Térmicas de algunos Materiales de Construcción"*. Tesina Especialización en Helioidiseño. U.N.A.M. México, 1992.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. 001-03045-R1-1992.
Presenta el estudio realizado para la obtención de las propiedades térmicas y ópticas de algunos materiales de construcción.
- **Servicio Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua.** <http://smn.cna.gob.mx/smn.html>
- **SPIEGEL Murray.** *"Manual de Fórmulas y Tablas Matemáticas"*. Ed. Mc. Graw Hill.
- **SZOKOLAY S. V.** *"Arquitectura Solar"*. Ed. Blume. Barcelona, España, 1983.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2542/59518
Analiza los sistemas pasivos y activos que utilizan varias edificaciones y presenta una guía para el diseño de la arquitectura solar.
- **TOSCANO Ricardo.** *"Meteorología Descriptiva y Dinámica (Climatología)"*. U.N.A.M. México, 1950.
Biblioteca Mariano Bárcena de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.
Muestra una relación de tablas y fórmulas para el cálculo de diferentes datos climáticos.
- **TUDELA Fernando.** *"Ecodiseño"*. Universidad Autónoma Metropolitana. México, 1982.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2541/T83
Sienta las bases para tomar conciencia y un cambio de actitud respecto al diseño y a la tecnología, dando difusión a los principios científicos básicos relativos al bioclima, al confort térmico y al comportamiento térmico de las edificaciones.
- **VÉLEZ G. Roberto.** *"La Ecología en el Diseño Arquitectónico"*. Ed. Trillas. México, 1992.
Biblioteca Central de la U.N.A.M. Coloc. NA2710/V45
Muestra al lector datos prácticos sobre el diseño bioclimático y las ecotecnologías.