

95 20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**ANALISIS DE LA CARGA TERMICA POR
RADIACION SOLAR PARA EL DISEÑO
EN AIRE ACONDICIONADO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
LUIS FELIPE MONDRAGON ASTORGA
SERGIO JUAN QUINTANA HERRERA



MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1990



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 está 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.

ANALISIS DE LA CARGA TERMICA POR RADIACION SOLAR PARA --
EL DISENO EN AIRE ACONDICIONADO.

I N D I C E

- I Introducción

- II Factores que aportan calor a un local

- III Metodología para el cálculo de ganancia de calor
 por radiación

- IV Proposición de un programa para computadora

- V Conclusiones

- VI Apéndice I

- VII Apéndice II

INTRODUCCION

En el transcurso del tiempo el hombre se ha visto en la necesidad de sobreponerse a los fenómenos naturales; así pues, la lucha del hombre por hacerse de un ambiente confortable, ha provocado la invención de diversos dispositivos y métodos para ello.

La lluvia, el frío, y el calor, son algunos de éstos fenómenos que han motivado la capacidad creativa e inventiva del hombre.

El Aire Acondicionado tiene como objeto fundamental el provocar un ambiente propicio que brinde bienestar a las personas, o para satisfacer ciertas exigencias de elaboración industrial y conservación de productos. Para lograr este objetivo, se toman en cuenta cuatro factores básicos:

- a) Temperatura del aire
- b) Humedad del aire
- c) Movimiento del aire
- d) Pureza del aire

a) Temperatura del aire

Aunque no es la temperatura un indicador absoluto de mayor o menor energía calorífica contenida en el espacio, es de vital importancia considerarla debido a que colabora en la parte sensible de ésta; y en general, el hombre está más familiarizado con los términos y unidades dimensionales de la Temperatura, relacionándola con la cantidad de energía calorífica contenida en el espacio

INTRODUCCION

acondicionado.

b) Humedad del aire

La Humedad del Aire, es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire, y colabora en la parte latente de la energía calorífica contenida. El Hombre esta menos familiarizado con los conceptos de humedad, aunque es más sensible a esta que a la temperatura. En un ambiente "seco", con una humedad relativa baja, el aire no saturado tiende a absorber el agua emitida por el cuerpo humano (sudor), en forma de vapor de agua tomando el calor necesario para este proceso, del mismo cuerpo. En un ambiente "humedo", con una humedad relativa alta, el aire como está saturado, no puede absorber mayor cantidad de agua, por lo que el cuerpo no puede ceder calor al medio ambiente, y se presenta la sensación de bochorno.

c) Movimiento del aire

El Movimiento del Aire sobre el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad modificando la sensación de frío o calor. Además, produce una sensación de "chiflón" agradable o desagradable, dependiendo de la velocidad a la que esté fluyendo, o del nivel de ruido que esté generando.

d) Pureza del aire

La importancia de éste factor radica en la eliminación que

INTRODUCCION

se tendrá de los olores básicamente. Otras condiciones que afectan el confort de las personas son las partículas sólidas en el aire, que por un lado afectan la salud, y por otro, aumentan los gastos de mantenimiento de la limpieza; el humo molesta a los ojos y a la nariz; el polen llega a causar asma y molestia a personas alérgicas; la contaminación, que es actualmente uno de los mayores problemas en las grandes ciudades.

Para efectos de cálculo, cuando se está diseñando un Sistema de Aire Acondicionado, se cuenta con estándares óptimos para que el cuerpo humano tenga la sensación de comodidad, tomando en cuenta la aclimatación diferente que cada persona puede presentar ya sea por su fisiología o costumbre, la actividad que se está desarrollando, y su duración, la ropa que se está empleando en relación con la época del año de que se trate, la edad y sexo de la persona, la rápida entrada del medio ambiente a un local controlado que provoca un efecto de choque, el calor radiado por la gente, etc.

ENFOQUE

En virtud de la importancia que esta rama de la Ingeniería ha adquirido últimamente y debido a que no existen muchas fuentes de información accesibles, que abarquen de una manera sencilla los conceptos fundamentales, hemos puesto nuestro mayor esfuerzo en realizar una investigación bibliográfica lo mas adecuada posible de las fuentes más importantes en el continente sobre éste tema.

Ante la imposibilidad de tratar todos los temas al detalle,

INTRODUCCION

nos concretamos a abarcar los dos temas que generalmente son de mayor relevancia dentro del Aire Acondicionado (no de refrigeración), que son;

a) Carga Térmica por Radiación a través de superficies transparentes.

b) Carga Térmica debida a Radiación (que incluye conducción y convección) a través de muros y techos exteriores.

NOTA: De los temas de Iluminación, Personal, Equipo y Misceláneos solo se mencionan las bases de cálculo

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del presente trabajo es explicar, en la forma más sencilla posible, las bases, los criterios y los parámetros del método desarrollado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) para la evaluación de carga térmica para aire acondicionado.

OBJETIVO SECUNDARIO

Es también muy importante para nosotros el proponer un proceso lo mas explícito posible para poder resolver de una forma ordenada, rápida y sencilla, problemas de aplicación de aire acondicionado, utilizando el método mencionado.

Por otro lado, observando que gran parte de las operaciones del proceso son repetitivas, proponemos la utilización de un programa elaborado bajo las bases y criterios de la ASHRAE,

INTRODUCCION

logrando una gran agilización en la evaluación de la carga térmica y mayor precisión en cuanto a los resultados obtenidos.

Asimismo, por su contenido y estructura, esperamos que éste trabajo pueda ser de alguna utilidad como texto de consulta complementaria para los alumnos que cursan la materia de "Aire Acondicionado y Refrigeración".

CONTENIDO

El contenido del presente trabajo está dividido en tres capítulos:

- a) Factores que aportan calor a un local
- b) Metodología para el cálculo de la ganancia de calor por radiación
- c) Proposición de un programa para computadora

El orden en que presentamos estos capítulos, está a nuestro particular criterio, concebido de tal manera que el lector se introduzca progresivamente en los conceptos básicos que están involucrados en el cálculo de la carga térmica.

En el Capítulo 2, se explica como los diferentes fenómenos, tanto naturales como físicos, influyen en la aportación de energía en forma de calor dentro de los espacios que se someterán a estudio.

INTRODUCCION

En el Capítulo 3, se profundiza en las relaciones que rigen la cantidad de energía en forma de calor transferida al espacio acondicionado por efecto de la radiación solar, así como la secuencia recomendada para su cálculo.

En el Capítulo 4, se enseña el manejo del programa para computadora propuesto a partir de las ecuaciones y secuencia de cálculo recomendada en el Capítulo 3.

Finalmente en el Apéndice se han incluido una serie de tablas para complementar el procedimiento de cálculo.

DEFINICIONES

En el diseño de Aire Acondicionado, es importante diferenciar las cuatro variables básicas del flujo de energía que se presentan:

- a) Ganancia de calor del espacio
- b) Carga de enfriamiento del espacio
- c) Relación de extracción de calor del espacio
- d) Carga de enfriamiento del serpentín

a) Ganancia de calor del espacio

La ganancia de calor del espacio (valor instantánea de ganancia de calor) es la variación del calor que entra y/o es generado dentro de un local en un determinado instante de tiempo.

INTRODUCCION

La ganancia de calor se clasifica por: 1) el modo en que entra al espacio y 2) ya sea ganancia sensible o latente.

b) Carga de enfriamiento del espacio

La carga de enfriamiento del espacio es la energía en forma de calor que debe ser removida para mantener la temperatura, del aire del local, constante.

La suma de todas las "ganancias de calor del espacio" en un determinado momento no es necesariamente igual a la "carga de enfriamiento del espacio" en ese instante, ya que la ganancia de calor del espacio por radiación es parcialmente absorbida por las superficies contenidas en el local y no afectan al aire de éste sino hasta después. La energía radiante debe ser primero absorbida por todas las superficies que encierran el espacio en estudio como paredes, techos y pisos, hasta que estén más calientes que el aire del local, y en ese momento, parte de este calor será transferido al local por convección.

c) Relación de extracción de calor del espacio

La relación de extracción de calor del espacio es la rapidez con la cual el calor es removido del espacio acondicionado. Esta relación es igual a la "carga de enfriamiento del espacio" solo cuando la temperatura del aire del local se mantiene constante, lo que raramente ocurre.

INTRODUCCION

d) Carga de enfriamiento del serpentín

La carga de enfriamiento del serpentín es la energía removida en el serpentín que atiende a uno o más espacios acondicionados en cualquier sistema central de acondicionamiento de aire. Este valor será igual a la suma de la "carga de enfriamiento del espacio" de todos los locales considerados más cualquier carga del sistema, externa a los espacios acondicionados, en un instante determinado.

Son muchas las variables que afectan los cálculos de la carga de enfriamiento, en muchos casos difíciles de definir con precisión, y siempre están interrelacionadas entre ellas. El rango de variación de muchas de las componentes de la carga de enfriamiento fluctúan fuertemente en un periodo de 24 horas; como éstos cambios cíclicos están desfasados entre sí, deben ser analizados para establecer una carga de enfriamiento resultante máxima para un edificio o zona a una hora determinada.

Un sistema centralizado, es decir, un sistema que alimente diversas áreas con su propio control de temperatura, deber ser capaz de manejar cargas de enfriamiento para cada zona y para cada equipo alimentando más de una zona. En situaciones muy especiales, en épocas de frío, se da el caso que a cierta hora del día una zona requiera enfriamiento mientras que otra requiera calefacción.

I N D I C E

- 2 FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL
 - 2.1 Formas en que el calor entra al local
 - 2.1.1 Radiación solar a través de superficies transparentes
 - 2.1.2 Conducción a través de muros y techos exteriores
 - 2.1.3 Conducción a través de paredes y pisos interiores
 - 2.1.4 Calor generado por los ocupantes e iluminación
 - 2.1.5 Energía transferida por ventilación e infiltración
 - 2.1.6 Ganancia de calor debida a misceláneos y equipo
 - 2.2 Formas en que el calor modifica las condiciones climáticas del local
 - 2.2.1 Ganancia de calor sensible
 - 2.2.2 Ganancia de calor latente

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

2 FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

La ganancia de calor es la variación de energía que entra y/o es generada dentro de un local en un determinado instante de tiempo. Se considera que el calor "entra" al local cuando la fuente que lo genera es externa a este.

La ganancia de calor se puede clasificar de dos maneras:

- 1.- Por la forma en que entra al local
- 2.- Por la forma en que modifica las condiciones climáticas del local

2.1 FORMAS EN QUE EL CALOR ENTRA AL LOCAL

Esta primera clasificación es necesaria para evaluar las diferentes formas fundamentales de transferencia de energía que se presentan comunmente en los cálculos de carga térmica para aire acondicionado.

De acuerdo a esta clasificación tenemos las siguientes fuentes de energía:

- 1.- Radiación solar a través de superficies transparentes
- 2.- Conducción a través de muros y techos exteriores
- 3.- Conducción a través de paredes, techos y pisos interiores
- 4.- Calor generado por los ocupantes e iluminación del local
- 5.- Energía transferida por ventilación e infiltración
- 6.- Ganancia de calor debida a misceláneos y equipo

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

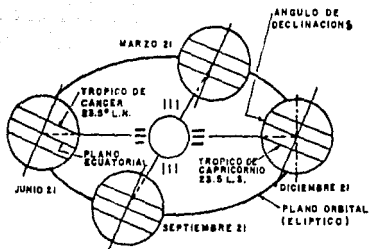
2.1.1 RADIACION SOLAR A TRAVES DE SUPERFICIES TRANSPARENTES

La intensidad de la radiación solar en los confines de la atmósfera es de 1218.88 [Kcal/h m²] o 449.30 [BTU/h ft²] en Enero 3, cuando la Tierra está mas cerca del Sol, y de 1142.10 [Kcal/h m²] ó 421.00 [BTU/h ft²] en Julio 6, cuando la distancia Tierra-Sol alcanza su máximo; esto es debido a que la órbita de la Tierra es ligeramente elíptica, la intensidad de radiación espacial es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia Tierra-Sol, y no depende de la inclinación terrestre.

La radiación solar al pasar a través de la atmósfera terrestre, es reflejada, transmitida y absorbida por las moléculas de gas, polvo, vapor de agua y ozono. La mayor parte de la radiación solar ultravioleta es absorbida por la capa de ozono en la atmosfera, mientras que parte de la radiación en el rango de onda corta del espectro es transmitida por las moléculas de aire, impartándole el clásico color azul al cielo. Parte de la radiación de onda corta transmitida por estas moléculas de aire alcanza la Tierra en forma de radiación difusa. Esta radiación difusa llega de todo el cielo y es difícil predecir su intensidad ya que el contenido de polvo y humedad en la atmósfera es muy variable.

Parte de la energía absorbida por el bióxido de carbono y vapor de agua en la atmósfera llega a la Tierra en forma de radiación de onda larga. Como la emitancia de la atmósfera depende básicamente de su contenido de vapor, y es siempre menor que 1.00, generalmente

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL



MOVIMIENTO DE LA TIERRA
ALREDEDOR DEL SOL

FIGURA 1

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

se presenta un flujo de radiación de onda larga al exterior, lo cual explica que en las mañanas la temperatura de una superficie expuesta sea menor a la temperatura ambiente.

La ganancia de calor a través de una superficie transparente depende de su situación geográfica (latitud), del instante considerado (hora, mes) y de su orientación e inclinación. La componente de radiación directa origina ganancia de calor en el local solo cuando la superficie transparente es atravesada por los rayos solares, mientras que la componente de radiación difusa origina ganancia de calor cualquiera que sea la posición de esta. La radiación difusa incidiendo en cualquier superficie consiste en radiación del cielo y una parte de la radiación solar reflejada por las superficies adyacentes.

La capacidad en los materiales transparentes para transmitir la radiación solar, depende de la longitud de onda, composición química, espesor del material y del ángulo de incidencia. Casi todos los tipos de vidrio arquitectónico son completamente opacos a la radiación de onda larga emitida por superficies a temperaturas abajo de los 110 °C; cuando la radiación es absorbida por una superficie dentro del espacio acondicionado y posteriormente emitida como radiación de onda larga, esta ya no puede escapar directamente a través de la superficie transparente. Esta característica produce lo que se conoce con el nombre de "efecto de invernadero" por el cual la radiación solar entrando a través del vidrio es parcialmente atrapada dentro del espacio acondicionado.

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

DETERMINACION DEL ANGULO SOLAR

Los ángulos de incidencia y de posición solar para superficies verticales y horizontales se muestran en la figura 2, donde:

β = HOQ = Altitud Solar

θ = POQ = Angulo de Incidencia

ϕ = HOS = Azimut Solar

PSI = POS = Azimut Superficial

GAMA = HOP = Azimut Solar Superficial

Σ = Angulo de Inclinacion de la Superficie Transparente

El ángulo de incidencia θ de cualquier superficie se define como el ángulo entre los rayos solares y la normal a la superficie, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\cos \theta = \cos \beta \cos \text{GAMA} \sin \Sigma + \sin \beta \cos \Sigma$$

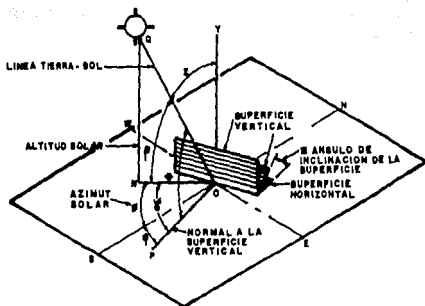
Para una superficie horizontal, $\Sigma = 0$

$$\therefore \cos \theta = \sin \beta$$

Para una superficie vertical, $\Sigma = 90$

$$\therefore \cos \theta = \cos \beta \cos \text{GAMA}$$

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL



ANGULO DE INCIDENCIA PARA SUPERFICIES VERTICALES E INCLINADAS.

FIGURA 2

Determinación del Angulo Solar

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL
DEMOSTRACION

Sea θ el ángulo formado entre los vectores OQ y OP, cuyos vectores unitarios son "u" y "v", respectivamente; así pues tendremos que:

$$u = (\cos \beta \cos \phi) i, (\cos \beta \sin \phi) j, (\sin \beta) k$$

$$v = (\sin \Sigma \cos \text{PSI}) i, (\sin \Sigma \sin \text{PSI}) j, (\cos \Sigma) k$$

$$\therefore \cos \theta = u \cdot v / |u| |v| = (\cos \beta \cos \phi \sin \Sigma \cos \text{PSI} + \cos \beta \sin \phi \sin \Sigma \sin \text{PSI} + \sin \beta \cos \Sigma) / 1$$

$$\cos \theta = \cos \beta (\cos \phi \cos \text{PSI} + \sin \phi \sin \text{PSI}) \sin \Sigma + \sin \beta \cos \Sigma$$

$$\cos \theta = \cos \beta \cos (\phi + \text{PSI}) \sin \Sigma + \sin \beta \cos \Sigma$$

$$\cos \theta = \cos \beta \cos \text{GAMA} \sin \Sigma + \sin \beta \cos \Sigma$$

ENERGIA APORTADA AL LOCAL

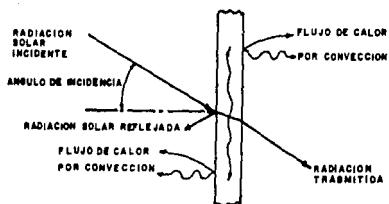
En cualquier instante, la radiación total, I_t , incidiendo en una superficie terrestre, es la suma de la radiación solar directa, la radiación difusa y la reflejada de las superficies circunvecinas: (ver figura 3)

$$I_t = \text{IDN} \cos \theta + I_d + I_r$$

RADIACION SOLAR DIRECTA

La Intensidad de Radiación Solar Directa (IDN), en la superficie de la Tierra en un día claro se comporta, según

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL



F I G U R A 3

Radiación Total Incidente sobre una Superficie

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

investigaciones de la ASHRAE, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IDN = A e^{(-B/\sin \theta)}$$

donde:

A = Irradiación Solar Aparente

B = Coeficiente de extinción Atmosférica

Los valores de A y B varían durante el año, debido a los cambios de estación, polvo y humedad del aire y a la variación de la distancia entre la Tierra y el Sol. Los valores dados en la TABLA I consideran estos efectos y fueron el resultado de investigaciones en la Universidad de Minnesota (D.M.GATES: Spectral distribution of Solar Radiation available on clear days). Estos valores no proporcionan el valor máximo de IDN que puede ocurrir en cada mes pero son representativos de las condiciones promedio en días despejados.

T A B L A I

	A [Kcal/h m ²]	B adimensionales	C adimensionales
ENERO	1039.8	0.142	0.058
FEBRERO	1026.5	0.144	0.060
MARZO	1002.4	0.156	0.071
ABRIL	959.8	0.180	0.097
MAYO	933.2	0.196	0.121
JUNIO	920.0	0.205	0.134
JULIO	917.2	0.270	0.136

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

AGOSTO	908.8	0.201	0.122
SEPTIEMBRE	973.9	0.177	0.092
OCTUBRE	1007.8	0.160	0.073
NOVIEMBRE	1031.9	0.149	0.063
DICIEMBRE	1042.5	0.142	0.057

RADIACION SOLAR DIFUSA

La radiación solar difusa incidiendo en cualquier superficie, consiste de la radiación del espacio y parte de la radiación solar reflejada de las superficies adyacentes, principalmente del suelo.

De forma experimental puede ser estimada por la siguiente ecuación:

$$I_d = I_{ds} + I_{dg}$$

donde:

$I_{ds} = C \text{ IDN } F_{ss}$ (radiación que cae del espacio)

F_{ss} = factor de ángulo entre la superficie y el espacio
 $= (1 + \cos \Sigma) / 2$

C = factor de radiación difusa (ver TABLA I)

$I_{dg} = \text{IDN } (C + \sin \beta) \text{ RHOG } (1 - F_{ss})$ (radiación debida a la reflectancia del suelo [RHOG])

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

T A B L A II

REFLECTANCIA SOLAR PARA VARIOS MATERIALES (RHOG)

MATERIAL	Angulo de Incidencia					
	20	30	40	50	60	70
Concreto nuevo	0.31	0.31	0.32	0.32	0.33	0.34
Concreto viejo	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.25
Areas verdes	0.21	0.22	0.23	0.25	0.28	0.31
Empedrado	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Techo arenoso	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Estacionamiento	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12

RADIACION SOLAR ABSORBIDA

Cuando la superficie transparente es irradiada por el sol, el vidrio se comienza a calentar más que el aire interior y el exterior. El calor entonces fluye por radiación y convección hacia el interior y hacia el exterior, pudiéndose calcular éste flujo de calor mediante la siguiente fórmula:

$$q_r = (N_i * \text{Radiación Solar Absorbida}) + U_k(t_o - t_i)$$

donde N_i es la fracción de flujo hacia el interior del local:

$$N_i = U_c / h_o = h_i / h_i + h_o$$

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

UK = Coeficiente total de transferencia de calor por conducción

Uc = Coeficiente total de transferencia de calor por convección

2.1.2 CONDUCCION A TRAVES DE MUROS Y TECHOS EXTERIORES

La ganancia de calor a través de muros y techos exteriores, depende de la temperatura exterior así como de la intensidad de radiación solar; consecuentemente un cambio en la temperatura exterior, o un cambio en la localización geográfica modifica su valor. Se define como "Temperatura Equivalente" una temperatura tal que, en ausencia de todo tipo de intercambio por radiación, origina el mismo flujo de calor de entrada a la superficie, como sería con la combinación de radiación solar incidente, e intercambio de calor por convección y conducción con el aire exterior de tal forma que:

$$q_{\text{mur}} = U_t A \Delta T_e$$

2.1.3 CONDUCCION A TRAVES DE PAREDES, TECHOS Y PISOS INTERIORES

El término "conducción" involucra los conceptos de actividad atómica y molecular. La conducción puede ser tomada como una transferencia de energía debida a la interacción de las partículas de una substancia.

Es posible cuantificar la transferencia de calor en términos de una ecuación, la cual puede ser usada para calcular la cantidad de energía transferida por unidad de tiempo. Para la conducción de

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL
calor, la ecuación es conocida como "Ley de Fourier":

$$q_x = -K \, dT/dx$$

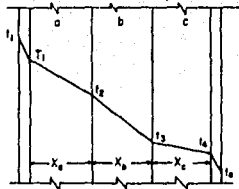
El flujo de calor " q_x " [W/m²] es la cantidad de calor que se transfiere en la dirección " x " por unidad de área, perpendicular a la dirección de transferencia, y es proporcional al gradiente de temperatura en esta dirección. La constante de proporcionalidad " K " es una propiedad de transporte, propiamente como conductividad térmica [W/m K] y es una característica del material de construcción. El signo "-" (negativo) es consecuencia de la dirección del calor transferido por el decremento de temperatura.

COEFICIENTE TOTAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR " U "

El coeficiente total de transferencia de calor, U , dado en [Kcal/h m² C], se puede definir como el flujo de calor por hora a través de un metro cuadrado de barrera, cuando la diferencia de temperatura entre el aire exterior e interior es de 1 °C.

Igualmente, el recíproco del coeficiente " U " es la resistencia al flujo de calor que por un lado oponen los diferentes materiales de que está compuesta la barrera, y por otro lado las películas de aire interior y exterior que tienden a adherirse a las superficies de la barrera. El flujo de calor que se transmite por los materiales que forman la barrera se lleva a cabo por conducción y convección entre la superficie y la película de aire.

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL



TRANSMISION DE CALOR A TRAVES DE
UNA BARRERA.

FIGURA 4

Coefficiente Total de Transmisión de Calor "U"

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

$$U = 1 / [1/h_e + 1/h_i + \sum x_i/k_i]$$

donde:

h_e = coeficiente de convección exterior (de película)

h_i = coeficiente de convección interior (de película)

2.1.4 CALOR GENERADO POR LOS OCUPANTES E ILUMINACION

CALOR GENERADO POR LOS OCUPANTES DE UN LOCAL

La temperatura promedio del cuerpo humano esta en función del calor neto generado por el mismo cuerpo y el intercambio con el medio ambiente. Este calor es producido principalmente por el metabolismo, como puede ser la oxidación de los alimentos. Durante este proceso, el cuerpo humano tambien puede:

- 1.- generar trabajo, W
- 2.- perder calor por evaporación, E
- 3.- intercambiar calor por radiación, R y, convección, C

Existen diferentes zonas de medición de la temperatura interna del cuerpo humano, de las cuales la mas común, pero menos precisa es la "oral". Otras menos comunes pueden ser la "rectal", y la "esofagal" que indica la temperatura de la sangre fluyendo por el corazón. Bajo condiciones mas calientes, la temperatura de la membrana del tímpano del oido puede indicar temperaturas del

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

hipotálamo y del bulbo raquídeo. La temperatura superficial del cuerpo se puede medir con un radiómetro o termopares; en ambiente con aire frío se presenta la máxima variación de ésta temperatura sobre la superficie del cuerpo, mientras que en climas cálidos, ésta variación se reduce cuando el cuerpo esta sudando.

Dependiendo del tipo de actividad del cuerpo humano, desde el completo reposo, hasta la ejecución de algún tipo de ejercicio, produce un promedio de temperatura interna del cuerpo de 36 a 38 °C.

Generalmente el intercambio de calor entre el cuerpo humano y su medio ambiente durante la regulación de la temperatura cae dentro de dos categorías"

1.- El Sistema Pasivo

a) flujo de calor de la piel al medio ambiente: intercambio de calor producido por conducción, radiación, convección y evaporación entre la piel y el medio ambiente.

b) flujo de calor del interior del cuerpo a la piel: intercambio de calor por conducción y mecanismo vascular de los cuerpos que producen calor a la superficie de la piel.

2.- El Sistema de Control

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

El control neural del flujo de sangre en la piel, el sudor y el temblar de frío, necesarios para mantener la temperatura del cuerpo

Al seleccionar las condiciones óptimas de confort y salud, es necesario conocer la energía empleada durante las diferentes actividades físicas ya que la generación de calor se incrementa proporcionalmente a la intensidad del ejercicio.

A continuación se presenta la TABLA III que muestra la energía producida por el metabolismo para diferentes actividades:

T A B L A III

ACTIVIDAD	ENERGIA [W/m ²]
Sentado, leyendo	55
Sentado, escribiendo	60
Sentado, escribiendo a máquina	65
Sentado, archivando	70
Sentado, platicando	65
Parado, platicando	70
Parado, archivando	80
Caminando	100
Empacando	120
DESCANSANDO:	
durmiendo	41

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

ACTIVIDAD	ENERGIA [W/m ²]
reclinado	47
sentado	58
parado, relajado	70
CAMINANDO:	
0.89 m/s	116
1.34 m/s	151
1.79 m/s	221
OTRAS OCUPACIONES:	
Cervecería (llenando, cargando)	70-140
Carpintería (serruchando a mano)	233-279
Carpintería (cepillanod a mano)	326-372
Taller (cambiando llantas)	128-175
LABORATORIO (trabajo general)	81-105
Maquinando en Industria Eléctrica	116-140
Maquinando en Ind. Metal-Mecánica	204-262
Tendero de miscelánea	116
Maestro de Escuela	93
Conduciendo Automóvil	87
Piloto de Aeronave Comercial	81
Piloto de Aeronave de Combate	140
TRABAJO DOMESTICO:	
Limpiando	116-198

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

ACTIVIDAD	ENERGIA [W/m ²]
Cocinando	93-116
Lavando Trastes	116-209
TRABAJO DE OFICINA:	
Escribiendo a máquina	70- 81
Otras labores generales	64- 76
Dibujando	64- 76
ACTIVIDADES RECREATIVAS:	
Ejercicios de calistecnia	175-233
Bailando	140-256
Tenis	209-268
Squash	291-419
Basquetbol	291-442
Lucha Libre	407-506

CALOR GENERADO POR ILUMINACION

La iluminación que normalmente es eléctrica, emplea una pequeña parte de la energía consumida en producir luz, y la mayor parte se transforma en calor; en el caso de la iluminación incandescente, este fenómeno resulta evidente por la alta temperatura que alcanza un foco al estar encendido; en el caso de la iluminación fluorescente, el tubo es "frío" pero la balastra que intensifica el potencial para permitir el efecto fluorescente disipa gran actividad de calor al espacio acondicionado.

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

El cálculo de la componente de ésta carga no es directo; la variación de ganancia de calor generada por iluminación puede ser muy diferente a la energía suministrada para éste efecto.

Parte de la energía emanando de ésta fuente está en forma de radiación que solo afecta al aire interior despues de haber sido absorbida por paredes, pisos y mobiliario y haber alcanzado una temperatura mayor que la de éste, por lo que sufre un retraso de tiempo en la aportación de calor. Esta energía almacenada en la estructura contribuye a la carga de enfriamiento del local una vez que se han apagado las luces.

Generalmente la ganancia de calor de iluminación eléctrica calculada en Watts es:

$$qI = \text{Watts Totales} * \text{Factor de uso} * \text{Factor especial}$$

donde:

Watts Totales [W]: se obtiene de la capacidad instalada

Factor de uso: potencia empleada entre la instalada

Factor especial [AF]: depende del tipo de lámpara empleada
(no incandescente)

para lámparas fluorescentes:

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

CANT	W	V	AF
1	32	240	2.19
2	40	240	1.18
1	40	120	1.30

Para otro tipo de lámparas industriales, como la lámpara de sodio, el factor especial (AF) puede variar desde 1.04 hasta 1.37 dependiendo del fabricante.

2.1.5 ENERGIA TRANSFERIDA POR VENTILACION E INFILTRACION DE AIRE

El aire exterior que fluye a través de un edificio, ya sea intencional (ventilación) o no intencional (infiltración), es importante por dos razones:

1.- La mezcla con el aire exterior es de vital importancia para el control de los elementos contaminantes del aire interior, y temperatura.

2.- La energía asociada con el calentamiento o enfriamiento de este aire exterior puede llegar a ser significativa en la evaluación del equipo de aire acondicionado.

VENTILACION NATURAL

La ventilación natural, o pasiva se debe al viento y a la

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

presión que produce un flujo de aire del exterior a través de ventanas, puertas y cualquier otro tipo de abertura controlada.

INFILTRACION

En contraste con la ventilación, la infiltración es un flujo de aire no controlado a través de aberturas (no intencionales) en la construcción, debido a la diferencia entre las presiones exterior e interior.

2.1.6 GANANCIA DE CALOR DEBIDA A MISCELANEOS Y EQUIPO

Los dispositivos mas comunes que producen calor en áreas acondicionadas como hoteles, escuelas, cafeterías, hospitales, etc, son aquellos que se utilizan para la preparación de alimentos.

Pruebas de laboratorio han demostrado que:

- 1.- Las superficies de los dispositivos (accesorios) contribuyen la mayor parte del calor
- 2.- El calor es principalmente energía radiante de las superficies de los accesorios
- 3.- El calor latente y el debido a convección es despreciable cuando los accesorios tienen una envolvente efectiva

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

EQUIPO

Cuando equipo de cualquier clase es operado dentro del espacio acondicionado, como motores eléctricos, el calor equivalente de ésta operación en la ganancia de calor se calcula como:

$$Q = [\text{HP} / \mu \text{ motor}] * 0.746 \text{ [KW]}$$

donde:

μ = eficiencia del motor

2.2 FORMAS EN QUE EL CALOR MODIFICA LAS CONDICIONES CLIMATICAS DEL LOCAL

Esta segunda clasificación, sensible o latente, es muy importante para la correcta selección del equipo de enfriamiento.

De acuerdo a esta clasificación, tenemos las siguientes formas de modificación de las condiciones climáticas de un local:

1.- Calor Sensible

2.- Calor Latente

2.2.1 GANANCIA DE CALOR SENSIBLE

La ganancia de calor es sensible cuando hay una adición directa de calor al espacio acondicionado por cualquiera de todos los mecanismos de conducción, convección y radiación, produciendo un

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

incremento en la temperatura del local.

$$q_s = m C_p \Delta T$$

donde:

m = gasto másico

C_p = calor específico a presión constante, del aire

ΔT = incremento de temperatura

2.2.2 GANANCIA DE CALOR LATENTE

La ganancia de calor es latente cuando la aportación de calor se produce a través de un incremento en la humedad absoluta, provocada por el vapor de agua emitido por los ocupantes principalmente.

$$q_l = m r \Delta H$$

donde:

r = entalpía de vaporización a la temperatura ambiente

ΔH = incremento de humedad absoluta

Para mantener una relación de humedad constante dentro del local, el equipo de enfriamiento debe condensar este vapor de agua en la misma proporción con la que es añadido al espacio. La cantidad de energía requerida para este proceso es la ganancia de calor latente y debe igualar al producto de la variación de condensación ($m \Delta H$) por el calor latente de condensación (r).

FACTORES QUE APORTAN CALOR A UN LOCAL

En la selección del equipo de enfriamiento, es necesario distinguir entre ganancia de calor sensible y ganancia de calor latente debido a que todo equipo tienen una capacidad máxima para remover calor sensible y un máximo de calor latente, para ciertas condiciones de operación.

I N D I C E

- 3 **METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE LA GANANCIA DE CALOR POR RADIACION**

- 3.1 **Ganancia de Calor a través de Superficies Transparentes**

- 3.1.1 **Ganancia de Calor por Conducción**
- 3.1.2 **Ganancia de Calor Solar**
- 3.1.3 **Procedimiento de Cálculo**

- 3.2 **Ganancia de calor a través de Muros y Techos**

- 3.2.1 **Factores de Corrección**
- 3.2.2 **Procedimiento de Cálculo**

- 3.3 **Ejemplo de aplicación**

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

3 METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

Este capítulo tratará unicamente de la metodología recomendada por la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) ya que en el capítulo anterior se explicaron en forma simple todos los fenómenos que afectan la transferencia de calor entre el espacio acondicionado y el medio

Por la forma en la que el calor entra al local, estudiaremos como calcular esa ganancia cuando es debida a la incidencia de los rayos solares, considerando dos formas básicas: (ver Capítulo 2)

- 1.- Ganancia de calor a través de Superficies transparentes
- 2.- Ganancia de calor a través de Muros y Techos

3.1 GANANCIA DE CALOR A TRAVES DE SUPERFICIES TRANSPARENTES

De los muchos factores ambientales que afectan la admisión o pérdida de calor a través de las superficies transparentes, las más significativas son:

- a) Intensidad de radiación solar y ángulo de incidencia
- b) Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior
- c) Velocidad y dirección del flujo de aire del exterior e interior a través de las superficies transparentes

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

En resumen, la transmisión total de calor a través de superficies transparentes está determinada por la ecuación:

$$\begin{array}{rcc} \text{TRANSFERENCIA DE} & = & \text{GANANCIA DE} & + & \text{GANANCIA DE} \\ \text{CALOR TOTAL} & & \text{CALOR POR} & & \text{CALOR SOLAR} \\ & & \text{CONDUCCION} & & \end{array}$$

3.1.1 GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCION

Como ya se explicó en el capítulo anterior la ganancia de calor por conducción es causada por las diferencias de temperatura entre el aire interior y el exterior; en presencia o no de luz solar y se expresa como:

$$Q = U A \Delta T = U A (T_o - T_i)$$

Esta expresión nos indica, que cuando la temperatura exterior "To" es mas alta que la temperatura interior "Ti" el flujo de calor es hacia el interior, y cuando $T_i > T_o$ el flujo de calor es hacia el exterior (pérdida de calor).

3.1.2 GANANCIA DE CALOR SOLAR

Para el cálculo de esta ganancia de calor a través de superficies transparentes la ASHRAE ha desarrollado un método llamado factor de ganancia de calor solar "SHGF" (SOLAR HEAT GAIN FACTOR), el cual toma en cuenta las diferentes horas del día,

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

durante los doce meses del año, para 17 diferentes orientaciones (incluyendo la horizontal) y a 8 diferentes latitudes (Desde 0 hasta 64 °LN).

La diferencia por retraso de tiempo en la transferencia de calor por radiación (ya explicada en el capítulo anterior) aparece convertida a carga de enfriamiento al aplicar los factores de carga de enfriamiento "CLF" (Cooling Load Factors).

Además de todos los parámetros mencionados anteriormente, como lo son horas, mes, orientación, etc. el método toma en cuenta los siguientes parámetros: azimut solar, azimut superficial, azimut solar superficial, declinación solar (inclinación del plano ecuatorial con respecto a la línea imaginaria que une al sol y a la tierra), reflectancia del piso, transmitancia, absortancia, y el factor de transferencia de calor por convección. El calor transferido por radiación solar está determinado por la ecuación:

$$Q_{rad} = A \text{ SC SHGF CLF}$$

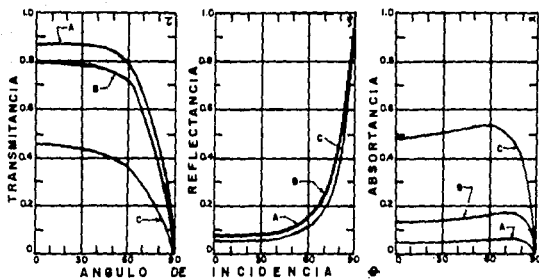
donde:

A ----- Area de la superficie transparente
SC ----- Factor de sombra de la ventana
SHGF ----- Factor de ganancia de calor solar
CLF ----- Factor de carga de enfriamiento

$$SHGF = R. \text{ Transmitida} + R. \text{ Absorbida}$$

$$SHGF = \left[(IDN \cos \theta + Id) \right]_{\sigma} + \left[(IDN \cos \theta + Id) \right]_{\alpha} * Ni$$

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION



VARIACION DE LAS PROPIEDADES TRANSMITANCIA, REFLECTANCIA Y ABSORTANCIA DE VIDRIO CON EL ANGULO DE INCIDENCIA.

FIGURA 5

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

La transmitancia (σ), absortancia (α) y reflectancia (RHO) dependen de:

- 1) Espesor y propiedades físicas del material
- 2) Cualquier película aplicada sobre la superficie
- 3) Angulo de incidencia, θ

La variación del ángulo de incidencia y como afecta a las propiedades ópticas del material, se muestra en la figura 5. Conforme el ángulo de incidencia aumenta, de $\theta=0$, la transmitancia va disminuyendo, la reflectancia aumenta y la absortancia primero aumenta ligeramente para luego disminuir abruptamente en cuanto más radiación va siendo reflejada al exterior.

3.1.3 PROCEDIMIENTO DE CALCULO

El procedimiento para calcular la ganancia de calor es el siguiente:

- 1.- Determinar la latitud al norte de donde se encuentre o encontrará el espacio acondicionado.
- 2.- Determinar el área de cada superficie transparente y encontrar el área total de superficie transparente para cada orientación del espacio acondicionado

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

3.- Encontrar los factores de ganancia de calor solar "SHGF+CLF" para cada orientación y a cada hora (de 6 a 18 hrs.), en una época del año de la TABLA 6 (ver apéndice 1)

a) localizar la tabla correspondiente a la latitud determinada

b) localizar en esta tabla la época del año, para la que se desee hacer el primer cálculo

c) localizar para cada orientación del espacio acondicionado en la que exista superficie transparente los SHGF a cada hora

4.- Encontrar el factor de sombra, "SC", correspondiente, de la TABLA 7 (ver apéndice 1)

5.- Calcular la ganancia de calor solar para cada orientación a cada hora

6.- Una vez obtenida la ganancia de calor solar para cada orientación a cada hora en una determinada época del año, se realiza la suma de ganancias de calor de todas las orientaciones para una misma hora, realizando el mismo procedimiento para las horas restantes, obteniéndose así la ganancia de calor de todo el espacio acondicionado a cualquier hora del día de esa época

7.- Se realiza el mismo procedimiento desde el punto 3 para las

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

demás épocas del año

3.2 GANANCIA DE CALOR A TRAVES DE MUROS Y TECHOS

El método utilizado para el cálculo de la ganancia solar por muros y techos que aquí se presenta, es semejante al anterior en cuanto a la aplicación de factores de ajuste, de corrección y el uso de tablas.

El calor transferido por muros y techos a diferencia del transferido por superficies transparentes, que solo toma en cuenta la radiación y convección, incluye el efecto de conducción y esta determinado por la ecuación:

$$Q_m = U A CLTD$$

donde:

U = Coeficiente Total de Transferencia de Calor

es el inverso de la resistencia térmica total, es decir, la de la película de aire interior, exterior y la de los materiales que componen el muro (o techo)

A = Superficie Total del Muro (o Techo)

CLTD = Temperatura Diferencial de Carga de Enfriamiento

es la diferencia de temperatura que incluye los efectos de conducción, convección y radiación. Esta diferencia se obtiene de la TABLA 2 (ver apéndice 1) dependiendo del tipo de muro, la orientación y la

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

hora. Los valores inscritos dentro de esta tabla
fueron obtenidos en base a los siguientes datos:

temperatura de diseño interior = 25.5 °C (78 °F)

temperatura exterior máxima = 35.0 °C (95 °F)

temperatura promedio exterior = 29.4 °C (85 °F)

rango de temperatura exterior = 11.6 °C (21 °F)

Localización geografica a 40 grados °LN

epoca del año: 21 de Julio

3.2.1 FACTORES DE CORRECCION

La discrepancia que pueda existir en la temperatura
diferencial CLTD en caso de que los datos de diseño sean diferentes
a los de referencia, quedará corregida al aplicar las siguientes
fórmulas:

MUROS

$$CLTD_{corr} = (CLTD + LM) k + CDI + CTPE$$

TECHOS

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) k + CDI + CTPE] f$$

donde:

CDI = 25.5 - T_i corrección por temperatura de diseño interior

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

CTPE= $\{(2T_e - RANGO) / 2\} - 29.4$ corrección por temperatura promedio exterior

LM = corrección por latitud y época de año (TABLA 5, apéndice 1)

k = factor de ajuste de COLOR

	claro	medio	oscuro
MUROS	0.65	0.83	1.0
TECHOS	0.5	0.75	1.0

f = factor de corrección por ventilación y/o ático

f = 1.00 sin

f = 0.75 con

3.2.2 PROCEDIMIENTO DE CALCULO

El procedimiento para calcular la ganancia de calor es el siguiente:

- 1.- Definir los datos principales de diseño:
 - a) temperatura de diseño interior
 - b) temperatura máxima exterior
 - c) rango de temperatura exterior
 - d) materiales de construcción de los muros y/o techo
 - e) color

- 2.- Determinar la superficie total expuesta de los muros para

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

cada orientación, incluyendo la horizontal (techo)

3.- De acuerdo a los materiales de construcción, seleccionar el tipo de muro estandar (A,B,C,...,G) que más se ajuste a los indicados en la TABLA 1 (ver apéndice 1), obteniéndose el valor de "U" (coeficiente total de transferencia de calor)

4.- Una vez obtenida la clasificación del muro, se localizan los valores de CLTD correspondientes para cada orientación a cada hora de la TABLA 2 (ver apéndice 1)

5.- De acuerdo a los materiales de construcción, seleccionar el tipo de techo estandar (1,2,3,...,12) que mas se ajuste a los indicados en la TABLA 3 (ver apéndice 1)

6.- Una vez obtenida la clasificación del techo, se localizan los valores de CLTD correspondientes a cada hora de la TABLA 4 (ver apéndice 1), obteniéndose el valor de "U"

7.- Determinar las correcciones por temperaturas tanto interior como exterior, además de los factores de ajuste por color y/o ventilación en el caso de techos

8.- Localizar las correcciones por Latitud y época de año en la TABLA 5 (ver apéndice 1)

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

- 9.- Aplicar todos los factores de corrección y ajuste para calcular el CLTDcorr según la ecuación indicada
- 10.- Calcular la ganancia de calor en una determinada época del año para cada orientación a cada hora
- 11.- Una vez obtenidas las ganancias de calor para cada orientación a cada hora, se realiza la suma de ganancias de calor de todas las orientaciones para una misma hora, realizando el mismo procedimiento para todas las horas restantes, obteniéndose así la ganancia de calor de todo el espacio acondicionado a cualquier hora del día
- 12.- Se realiza el mismo procedimiento desde el punto 8 para las demás épocas del año

CALCULO DE LA GANANCIA TOTAL DE CALOR POR RADIACION

- 13.- Se suman matricialmente las ganancias de calor tanto de ventanas, como de muros y techos
- 14.- Seleccionar el máximo valor para cada hora
- 15.- Seleccionar el máximo valor del año y determinar tanto su época como la hora a la que se presentará éste caso

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

3.2 EJEMPLO DE APLICACION

INFORMACION GENERAL SOBRE EL ESPACIO A ACONDICIONAR

Se trata de un restaurante en Acapulco que ofrecerá comidas de las 12:00 a las 15:00 horas. En los pisos superior e inferior al local, habrá establecimientos acondicionados a las mismas temperaturas de diseño del restaurante. No se requiere alumbrado por el horario de funcionamiento. Se tienen los siguientes datos generales:

INTERIOR

Temperatura de bulbo seco	24 °C
Humedad relativa	50 %
Personal	120 clientes
	8 meseros
	5 músicos

Misceláneos y Equipo 2 cafeteras eléctricas 5 Gal

EXTERIOR

Temperatura bulbo seco	33 °C
Temperatura bulbo húmedo	27 °C
Velocidad del viento	5 mph

Paralelo: 20 grados latitud norte

Dimensiones y orientaciones según plano anexo.

DATOS PARTICULARES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION

Muro de tabique de 12" más 3/4" aplanado interior y aparente al exterior

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

Puerta de madera de pino de 2" de espesor

Ventanas de vidrio absorbente sencillo color claro de 6 mm

PROCEDIMIENTO DE CALCULO (SOLUCION)

Superficies Transparentes:

- 1.- Latitud Norte = 20 °
- 2.- Area de las ventanas orientadas"

orient. [m²]

Norte 23.23

Sur 38.83

Oeste 91.04

- 3,4.- a) De la TABLA 6, tomamos la correspondiente a 20 grados LN
- b) Escogemos ENERO/NOVIEMBRE como la primera época del año
- c) ENERO/NOVIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	48	55	56	52	44	30
S	222	286	308	290	227	151
O	10	11	30	101	194	262

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

El factor de sombra para vidrio absorbente claro, tomado de la TABLA 7, $SC=0.73$.

NOTA: La tabla antes presentada ya está multiplicada matricialmente por los factores de corrección "CLF". Los valores presentados en las siguientes tablas de "SHGF", también incluyen éstos factores de corrección.

5,6.- Ganancia de Calor:

$$Q = A SC SHGF CLF$$

donde $SHGF*CLF$ está dado en la tabla previa

ENERO/NOVIEMBRE

HORA	11	12	13	14	15	16
OR						
N	814	933	950	882	746	509
S	6293	8107	8731	8220	6435	4280
O	665	731	1994	6712	12893	17412
SUMA	7772	9771	11675	15814	20074	22201

7.- De las tablas del apéndice a 20 LN, y aplicando la ecuación de Ganancia de Calor Solar indicada en los puntos 5 y 6, a continuación se mostrará el resultado para las demás épocas del año:

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

FEBRERO/OCTUBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	899	1017	1034	984	848	610
S	5046	6576	7086	6576	4989	3203
O	731	798	2060	7045	11757	19340
SUMA	6676	8391	10180	14605	19594	23153

MARZO/SEPTIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1001	1119	1136	1068	933	678
S	3288	4337	4592	4025	2778	1502
O	798	864	2459	7643	14355	19871
SUMA	5087	6320	8187	12736	18066	22051

ABRIL/AGOSTO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1102	1204	1221	1153	1017	780
S	1616	2126	2183	1842	1247	822
O	864	930	2725	7709	13956	19007
SUMA	3582	4260	6129	10704	16220	20609

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

MAYO/JULIO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1153	1272	1306	1289	1323	1391
S	1247	1587	1701	1587	1276	907
O	930	997	2725	7377	13225	17811
SUMA	3330	3856	5732	10253	15824	20109

JUNIO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1289	1391	1441	1526	1645	1781
S	1276	1616	1729	1644	1332	964
O	930	997	2525	6912	12561	17146
SUMA	3495	4004	5695	10082	15538	19891

DICIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	797	882	882	814	644	407
S	6718	8560	9099	8475	6548	4139
O	598	665	2393	7045	12760	15884
SUMA	8113	10107	12374	16334	19952	20430

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

Muros y Techos:

- 1.-
 - a) Temperatura de diseño interior = 24 °C
 - b) Temperatura máxima exterior = 33 °C
 - c) Rango de temperatura exterior = 11.7 °C (21 °F)
 - d) Muro de tabique de 12" más 3/4" aplanado interior y aparente al exterior
 - e) Color permanentemente claro

- 2.- Area de los muros orientados:

orient. [m²]

Norte 20.62

Este 118.36

Sur 11.14

Oeste 27.32

- 3.- De acuerdo a los materiales de muros especificados en el punto 1, de la TABLA 1, es un muro del grupo B (B1-5), con coeficiente total de transferencia de calor:

$$U = 1.475 \text{ [Kcal / h m}^2\text{°C]}$$

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

4.- CLTD	GRUPO B					
	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	5	4	5	5	5	6
E	9	11	12	12	13	14
S	6	6	6	7	8	8
O	9	8	8	8	8	8

5,6.- Como tenemos piso superior, acondicionado, no existirá transferencia de calor por radiación por el techo

7,8.- CORRECCIONES

Por latitud y mes: (ver TABLA 5, a 16 °LN)

EPOCA DEL AÑO	N	E	S	O
DICIEMBRE	-2.2	-2.2	7.2	-2.2
ENERO/NOVIEMBRE	-2.2	-2.2	6.7	-2.2
FEBRERO/OCTUBRE	-1.7	-1.1	3.9	-1.1
MARZO/SEPTIEMBRE	-1.7	-0.6	0.0	-0.6
ABRIL/AGOSTO	-0.6	-0.6	-3.3	-0.6
MAYO/JULIO	2.2	-0.6	-3.9	-0.6
JUNIO	3.3	-0.6	-3.9	-0.6

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

Por diseño:

$$CDI = 25.5 - 24 = 1.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$CTPE = 27.2 - 29.4 = -2.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Por color:

$$K = 0.65 \text{ (para color claro)}$$

Por ventilación y/o ático:

$$F = 1$$

9.-

CLTD
corr

DICIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1.12	0.47	1.12	1.12	1.12	1.77
E	3.72	5.02	5.67	5.67	6.32	6.97
S	7.88	7.88	7.88	8.53	9.18	9.18
O	3.72	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

ENERO/NOVIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1.12	0.47	1.12	1.12	1.12	1.77
E	3.72	5.02	5.67	5.67	6.32	6.97
S	7.56	7.56	7.56	8.21	8.86	8.86
O	3.72	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07

FEBRERO/OCTUBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1.45	0.80	1.45	1.45	1.45	2.10
E	4.44	5.74	6.39	6.39	7.04	7.69
S	5.74	5.74	5.74	6.39	7.04	7.04
O	4.44	3.79	3.79	3.79	3.79	3.79

MARZO/SEPTIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	1.45	0.80	1.45	1.45	1.45	2.10
E	4.76	6.06	6.71	6.71	7.36	8.01
S	3.20	3.20	3.20	3.85	4.50	4.50
O	4.76	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE
CALOR POR RADIACION

ABRIL/AGOSTO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	2.16	1.51	2.16	2.16	2.16	2.81
E	4.76	6.06	6.71	6.71	7.36	8.01
S	1.06	1.06	1.06	1.71	2.36	2.36
O	4.76	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11

MAYO/JULIO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	3.98	3.33	3.98	3.98	3.98	4.63
E	4.76	6.06	6.71	6.71	7.36	8.01
S	0.67	0.67	0.67	1.32	1.97	1.97
O	4.76	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11

JUNIO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	4.70	4.05	4.70	4.70	4.70	5.35
E	4.76	6.06	6.71	6.71	7.36	8.01
S	0.67	0.67	0.67	1.32	1.97	1.97
O	4.76	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

10,11,12.- $Q = U A CLTD$
CORR

DICIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	34.06	14.29	34.06	34.06	34.06	53.82
E	649.31	876.22	989.67	989.67	1103.13	1216.58
S	129.45	129.45	129.45	140.13	150.81	150.81
O	149.87	123.69	123.69	123.69	123.69	123.69
SUMA	962.69	1143.65	1276.87	1287.55	1411.69	1544.90

ENERO/NOVIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	34.06	14.29	34.06	34.06	34.06	53.82
E	649.31	876.22	989.67	989.67	1103.13	1216.58
S	124.20	124.20	124.20	134.87	145.55	145.55
O	149.87	123.69	123.69	123.69	123.69	123.69
SUMA	957.44	1138.40	1271.62	1282.29	1406.43	1539.64

FEBRERO/OCTUBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	44.509	24.33	44.09	44.09	44.09	63.86
E	774.98	1001.89	1115.34	1115.34	1228.80	1342.25

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

S	94.30	94.30	94.30	104.98	115.65	115.65
O	178.88	152.69	152.69	152.69	152.69	152.69
SUMA	1092.25	1273.21	1406.42	1417.10	1541.23	1674.45

MARZO/SEPTIEMBRE

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	44.09	24.33	44.09	44.09	44.09	63.86
E	830.83	1057.74	1171.20	1171.20	1284.65	1398.11
S	52.57	52.57	52.57	63.25	73.93	73.93
O	191.77	165.59	165.59	165.59	165.59	165.59
SUMA	1119.26	1300.23	1433.45	1444.13	1568.26	1701.49

ABRIL/AGOSTO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	65.69	45.92	65.69	65.69	65.69	85.45
E	830.84	1057.75	1171.20	1171.20	1282.91	1398.11
S	17.41	17.41	17.41	28.09	38.77	38.77
O	191.77	165.58	165.58	165.58	165.58	165.58
SUMA	1105.71	1286.66	1419.88	1430.56	1552.95	1687.91

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

MAYO/JULIO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	121.03	101.27	121.03	121.03	121.03	140.80
E	830.84	1057.75	1171.20	1171.20	1282.91	1398.11
S	11.00	11.00	11.00	21.68	32.36	32.36
O	191.77	165.58	165.58	165.58	165.58	165.58
SUMA	1154.64	1335.60	1468.81	1479.49	1601.88	1736.85

JUNIO

	HORA 11	12	13	14	15	16
OR						
N	142.93	123.16	142.93	142.93	142.93	162.70
E	830.84	1057.75	1171.20	1171.20	1282.91	1398.11
S	11.00	11.00	11.00	21.68	32.36	32.36
O	191.77	1652588	165.58	165.58	165.58	165.58
SUMA	1176.54	1357.49	2490.71	1501.39	1623.78	1758.75

Ganancia Total de Calor por Radiación:

METODOLOGIA PARA EL CALCULO DE GANANCIA DE CALOR POR RADIACION

13, 14, 15.-

HORA	11	12	13	14	15	16
EPOCA						
DICIEMBRE	9,076	11,251	13,651	17,622	21,364	21,975
ENE/NOV	8,729	10,909	12,947	17,096	21,480	23,741
FEB/OCT	7,768	9,664	11,586	16,022	21,135	<u>24,827</u>
MAR/SEP	6,206	1,620	9,620	14,180	19,634	23,752
ABR/AGO	4,688	5,547	7,549	12,135	17,773	22,297
MAY/JUL	4,485	5,192	7,201	11,732	17,426	21,846
JUNIO	4,672	5,361	7,186	11,583	17,162	21,650

De la tabla anterior se observa que la máxima ganancia de calor solar por radiación en el año se presenta en los meses de Febrero y Octubre a las 16:00 horas, y tiene un valor $Q = 24,827$ [Kcal/h]

I N D I C E

- 4 PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA
 - 4.1 Características y organización del programa
 - 4.2 Puesta en marcha del programa
 - 4.3 Menú Central
 - 4.3.1 Opción Menú Vidrios y Ventanas
 - 4.3.2 Opción Menú Muros y Techos
 - 4.3.3 Opción Cálculo
 - 4.4 Menú Vidrios y Ventanas
 - 4.4.1 Opción Orientación, Area e Inclinación
 - 4.4.2 Opción Factor de Sombreado
 - 4.4.3 Opción Datos Generales
 - 4.5 Menú Muros y Techos
 - 4.5.1 Opción Material de Construcción (Muros)
 - 4.5.2 Opción Material de Construcción (Techos)
 - 4.5.3 Opción Orientación y Area
 - 4.5.4 Opción Color
 - 4.5.5 Opción Temperaturas de Diseño

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

4 PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

El procedimiento expuesto en los capítulos anteriores implica una serie de cálculos rutinarios que en el mejor de los casos, con suficiente experiencia en el ramo y habilidad matemática, podría tomar un par de horas en llevarlos a cabo para proyectos sencillos, además de existir la posibilidad de que los resultados no sean del todo veraces debido al uso de tablas discretas. En esos casos solo se puede aspirar a una aproximación.

Considerando el factor tiempo, lo tedioso de realizar cálculos rutinarios durante varias horas continuas, y la necesidad de poder optimizar costos en el diseño y compra de un equipo de acondicionamiento de aire, a continuación se propone un programa realizado en lenguaje BASIC para ser utilizado en una computadora y calcular la carga térmica producida por radiación solar a través de superficies transparentes, muros y techos.

4.1 CARACTERISTICAS Y ORGANIZACION DEL PROGRAMA

El programa guarda ciertos valores que son aceptablemente constantes en cualquier caso; las variables independientes que se requiere sean alimentadas, son datos arquitectónicos, geográficos y climatológicos que definen al espacio por acondicionar y su entorno. El programa procesa toda la información iterativamente para calcular la carga térmica producida en el local por efecto de la radiación solar a través de superficies transparentes, muros y

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

techos, a cualquier hora de cualquier día del año; tomando como referencia los días 21 de cada mes, y considerando que el efecto de radiación causado por el Sol es considerablemente más significativo bajo su presencia, el programa solo calcula la carga térmica de las 6:00 a las 18:00 horas.

Otro factor importante a considerar, es que el programa está hecho exclusivamente para latitudes en el hemisferio norte del planeta, ya que considera que la intensidad de radiación solar varía cada mes debido al acercamiento o alejamiento de la Tierra al Sol.

El orden en que el programa realiza sus cálculos, es el siguiente:

- a) Cálculo de los efectos de radiación solar en el espacio por acondicionar a través de superficies transparentes, (Vidrios y Ventanas) los días 21 de cada mes de las 6:00 a las 18:00 horas.
- b) Determinación de la fecha en que se presenta la máxima carga térmica para cada hora en estudio, y presentación de una tabla con el valor de la energía correspondiente.
- c) Cálculo de los efectos de radiación solar en el espacio por acondicionar a través de muros y techos, en las fechas en que se presenta la máxima carga térmica (en ventanas), para

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA
cada hora en estudio.

- d) Suma de la carga térmica para cada hora según lo calculado en los incisos b) y c).
- e) Determinación de la carga térmica máxima, fecha y hora en que se presenta este caso, y su valor.

4.2 PUESTA EN MARCHA DEL PROGRAMA

El lenguaje utilizado para la elaboración del programa es BASICA (BASIC II), según el Sistema Operativo de Discos MS-DOS, de las computadoras tipo PC en adelante, y compatibles.

Una vez cargado el lenguaje, las instrucciones LOAD"CENTRAL" y luego RUN nos presentarán el menú principal de opciones.

4.3 MENU CENTRAL

En la pantalla aparecerá el "Menú Central" (figura 6) precedido de sus opciones que a continuación se explican:

4.3.1 OPCION MENU VIDRIOS Y VENTANAS

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Central, se teclea:

1 <ENTER>

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

M E N U C E N T R A L.	
1	Menú de Vidrios y Ventanas
2	Menú de Muros y Techos
3	Menú de Personal
4	Menú de Iluminación
5	Menú de Equipo y Misceláneos
0	CALCULO

Seleccione su opción (_)

FIGURA 6

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Como se verá mas adelante, en ésta opción se podrán variar aquellos parámetros que afectan la cantidad de radiación que penetra al local por Vidrios y Ventanas, tales como el área, orientación e inclinación de éstas, el factor de sombreado según sea el caso, la latitud norte del lugar, reflectancia del piso, etc.

El programa considera algunos valores a manera de inicialización y queda a opción del usuario el poder variarlos para ajustar los datos al proyecto en estudio o para calcular casos ficticios alterando materiales y/o elementos de construcción.

4.3.2 OPCION MUROS Y TECHOS

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Central, se teclea:

2 <ENTER>

En ésta opción, además de indicar el área y orientación de los muros y área del techo, se determinan los materiales de construcción de los mismos así como su color (tonalidad) y las temperaturas y rangos de diseño.

La computadora seleccionará el grupo de muros y techo según los materiales seleccionados.

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

NOTA: El Menú de Personal, así como los de Iluminación y el de Equipo y Misceláneos aún no están desarrollados, y su análisis no forma parte del alcance del presente trabajo.

4.3.3 OPCION CALCULO

Una vez que se han efectuado los ajustes a las variables independientes que se presentan en el Menú Central con los incisos 1 y 2, se selecciona ésta opción para que la computadora se ocupe ahora de hacer su trabajo. La secuencia de cálculo se realiza según se indicó en inciso 4.1.

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Central, se tecllea:

0 <ENTER>

Se borra todo de la pantalla durante un tiempo que puede llegar a ser de 15 minutos aproximadamente si el proyecto incluye ventanas con orientación a los 8 puntos cardinales que acepta el programa, y además tiene tragaluz. Al concluir éste cálculo se emiten los resultados exclusivamente de carga térmica a través de vidrios y ventanas, se tecllea <ENTER> una vez más y aparece el reporte completo conteniendo además la carga térmica debida a muros y techo, la suma de ambas y el valor máximo registrado así como la fecha en que éste caso se presenta.

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

MENU VIDRIOS Y VENTANAS	
1	Orientación, Area e Inclinación
2	Factor de Sombreado
3	Datos Generales
0	Regresa a MENU PRINCIPAL
Seleccione su opción (_)	

FIGURA 7

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

4.4 MENU VIDRIOS Y VENTANAS

Siguiendo las instrucciones indicadas en el inciso 4.3.1, en la pantalla aparecerá el "Menú Vidrios y Ventanas" (figura 7) precedido de sus opciones que a continuación se explican:

4.4.1 OPCION ORIENTACION, AREA E INCLINACION

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Vidrios y Ventanas, se teclea:

I <ENTER>

En la pantalla aparecerá la figura 8.

El cursor aparecerá en la parte inferior de la pantalla después de la pregunta "Desea cambiar algún parámetro (S/N)"; las respuestas que el programa acepta son "S" o "N" seguidas del <ENTER>, si se desea cambiar alguno de los valores de los parámetros mostrados, o no, respectivamente.

Si la opción es "S", el cursor se coloca a la derecha del valor correspondiente al área en la orientación norte y el programa pregunta: "Este es el parámetro que desea cambiar (S/N)_"
Si se desea cambiar ese valor específicamente, se procede de la misma manera que el párrafo anterior, de tal forma que el parámetro se borra para poder ingresar el nuevo valor, seguido de <ENTER> y el cursor se colocará a la derecha del siguiente parámetro a cambiar. Si algún valor no se desea cambiar, basta con teclear

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Parámetros de Orientación, Area e Inclinación de Ventanas		
ORIENTACION	AREA	INCLINACION
Norte	0.00	90
Noreste	0.00	90
Este	0.00	90
Sureste	0.00	90
Sur	0.00	90
Suroeste	0.00	90
Oeste	0.00	90
Noroeste	0.00	90
Tragaluz	0.00	0

Desea cambiar algún parámetro (S/N) _

FIGURA 8

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

<ENTER> para que el cursor pase al siguiente parámetro a cambiar, y así sucesivamente hasta llegar a la última opción de la pantalla (Inclinación del Tragaluz). Después de ésto, se vuelve a presentar la pantalla inicial con la pregunta mencionada en el párrafo anterior.

En éste momento, si la opción es "N", se borra la pantalla y volvemos al "Menú de Vidrios y Ventanas"

4.4.2 OPCION FACTOR DE SOMBREADO

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Vidrios y Ventanas, se teclea:

2 <ENTER>

En la pantalla aparecerá la figura 9.

Esta tabla muestra el valor del factor de sombreado para diferentes casos de instalación y materiales. El cursor se coloca despues de los letreros:

```
"FACTOR DE SOMBREADO SELECCIONADO: 0.94  
DESEA CAMBIAR ESTE VALOR (S/N)_ "
```

En caso de respuesta afirmativa, el factor seleccionado se borra para poder ingresar el nuevo valor de éste; una vez más se presentarán los letreros antes mencionados.

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Parámetros para el Factor de Sombreado									
		NORM	PERSIANAS 45° O CORTINAS TELA			PERSIANAS EXT CLARO		PERSIANAS EXT 17°	
			CL	MED	OBS	CL	OBS	MED	OBS
VIDRIO	3 mm	1.00	0.56	0.65	0.75	0.15	0.13	0.22	0.15
SENCILLO	6 mm	0.94	0.56	0.65	0.74	0.14	0.12	0.21	0.14
	9 mm	0.90							
VIDRIO	3 mm	0.90	0.56	0.62	0.72	0.12	0.11	0.48	0.12
ABSORBENTE	6 mm	0.73	0.53	0.59	0.62	0.11	0.10	0.16	0.11
	9 mm	0.62	0.51	0.54	0.56	0.10	0.10	0.14	0.10
VIDRIO	3 mm	0.90	0.54	0.61	0.67	0.14	0.12	0.20	0.14
AISLANTE	6 mm	0.80	0.52	0.59	0.65	0.12	0.11	0.18	0.12
	9 mm	0.52	0.36	0.39	0.43	0.10	0.10	0.11	0.10
FACTOR DE SOMBREADO SELECCIONADO:							0.94		
DESEA CAMBIAR ESTE VALOR (S/N)							_		

FIGURA 9

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

En caso de respuesta negativa, se borra la pantalla y volvemos al "Menú de Vidrios y Ventanas".

4.4.3 OPCION DATOS GENERALES

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Vidrios y Ventanas, se tecléa:

3 <ENTER>

A continuación aparecerá lo siguiente en pantalla" (figura 10)

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para seleccionar la opción deseada, que deberá ser precedida de <ENTER>.

1 <ENTER> se borra el valor de la latitud norte para poder ingresar el nuevo valor de ésta

2 <ENTER> los coeficientes de convección se podrán modificar según la velocidad del viento a consideración del proyectista. Al cambiar estos valores, se alterará el factor de transferencia de calor indicado en el punto 3.

3 <ENTER> si se opta por ésta selección, el programa mostrará en la pantalla el siguiente letrero: "EL FACTOR DE TRANSFERENCIA DE CALOR ES FUNCION DE LOS COEFICIENTES DE CONVECCION DEL INCISO '2'"

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

4 <ENTER> para cambiar el valor de la reflectancia del piso, el programa mostrará una tabla como la que se presenta a continuación, (figura 11) sugiriendo un porcentaje de reflectancia para diferentes casos. El procedimiento para alterar éste valor consiste en anotar el valor seleccionado por el proyectista, pudiendo no ser ninguno de los indicados. Después de teclear <ENTER> el programa regresa al menú de "Datos Generales para el Cálculo de Vidrios y Ventanas"

En caso de no querer variar ninguno de los parámetros mostrados en el menú de Datos Generales para el Cálculo de Vidrios y Ventanas", se tecllea:

0 <ENTER>

...y el programa vuelve al "Menú de Vidrios y Ventanas"

De la misma manera, si no se quiere hacer ningún otro cambio en éste menú, se tecllea:

0 <ENTER>

...y el programa vuelve al "Menú Central"

4.5 MENU MUROS Y TECHOS

Siguiendo las instrucciones indicadas en el inciso 4.3.2, en la pantalla aparecerá el "Menú de Muros y Techos" (figura 11) precedido de sus opciones que a continuación se explican:

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Selección de la Reflectancia Solar
para diferentes tipos de piso

<u>TIPO DE SUPERFICIE</u>	<u>REFLECTANCIA</u>
Concreto Nuevo	31.00
Concreto Viejo	22.00
Areas Verdes	23.00
Empedrado	20.00
Techo Arenoso	14.00
Estacionamientos	10.00

REFLECTANCIA SOLAR SELECCIONADA: 20.00

INGRESE SU ELECCION: _

FIGURA 11

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

M E N U M U R O S Y T E C H O S

- 1 Material de Construcción (Muros)
- 2 Material de Construcción (Techos)
- 3 Orientación y Area (Muros y Techos)
- 4 Color (Muros y Techos)
- 5 Temperaturas de Diseño
- 0 Regresa a MENU PRINCIPAL

Seleccione su opción (_)

FIGURA 12

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

4.5.1 OPCION MATERIAL DE CONSTRUCCION (MUROS)

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Muros y Techos, se tecllea:

1 <ENTER>

En la pantalla aparecerá la figura 13.

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para seleccionar la opción deseada, que deberá ser precedida de <ENTER>.

Cada una de las opciones que se presentan en ésta pantalla corresponden a los grupos de construcción de muros de acuerdo a la clasificación de la Tabla 1 mostrada en el Apéndice 1. Asimismo, al seleccionar cualquiera de las opciones, se presentará otra pantalla que muestra el complemento de construcción para ese tipo de muro. Por ejemplo, tomemos la opción 1 que se refiere a un muro de ladrillo para fachada de 10 cm de espesor con un complemento de ladrillo:

Se tecllea: 1 <ENTER>

En la pantalla aparecerá lo siguiente: (figura 14)

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para seleccionar la opción deseada, que deberá ser precedida de <ENTER>. Una vez realizada ésta operación, el programa vuelve al "Menú Muros y Techos".

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Material de Construcción de Muros

- 1 Ladrillo p/fachada (10 cm) + (ladrillo)
- 2 Ladrillo p/fachada (10 cm) + (concreto pesado)
- 3 Ladrillo p/fachada (10 cm) + (block concreto)
- 4 Ladrillo p/fachada (10 cm) + (loseta)
- 5 Concreto pesado + (acabados)
- 6 Block Concreto + (acabados)
- 7 Pared Arcilla + (acabados)
- 8 Pared c/cortina metálica
- 9 Cancel

SELECCIONE SU OPCION (_)

FIGURA 13

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Selección del complemento del muro (ladrillo+ladrillo)

- 1 Espacio de aire + 10 cm de ladrillo p/fachada
- 2 Ladrillo común 10 cm
- 3 Aislamiento 2.5 cm o Vacío + 10 cm ladrillo común
- 4 Aislamiento 5.0 cm + 10 cm ladrillo común
- 5 Ladrillo común 20 cm
- 6 Aislamiento o Vacío + 20 cm ladrillo común

SELECCIONE SU OPCION ()

FIGURA 14

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

4.5.2 OPCION MATERIAL DE CONSTRUCCION (TECHOS)

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Muros y Techos, se tecllea:

2 <ENTER>

En la pantalla aparecerá la figura 15.

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para seleccionar la opción deseada, que deberá ser precedida de <ENTER>.

Las opciones anteriormente presentadas corresponden a la clasificación indicada en la Tabla 3 del Apéndice 1. Una vez realizada la selección del material de construcción del techo, el programa pregunta (con un letrero en la parte inferior de la pantalla):

CON O SIN DUCTOS Y/O VENTILACION (C/S) ()

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para esperar la respuesta del usuario a éste dato, que deberá ser precedido de <ENTER> para que el programa aplique o no el factor de corrección correspondiente. (ver sección 3.2.1)

El programa vuelve a preguntar (con un letrero en la parte inferior de la pantalla):

CON O SIN PLAFON FALSO (C/S) ()

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para esperar la respuesta del usuario a éste dato, que deberá ser precedido de

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Material de Construcción de Techos

1	Hoja de lámina	+ 2.5-5.0 cm Aislamiento
2	2.5 cm Madera	+ 2.5 cm Aislamiento
3	10 cm Concreto Ligero	
4	5.0 cm Concreto Pesado	+ 2.5-5.0 cm Aislamiento
5	2.5 cm Madera	+ 5.0 cm Aislamiento
6	15 cm Concreto Ligero	
7	6.5 cm Madera	+ 2.5 cm Aislamiento
8	20 cm Concreto Ligero	
9	10 cm Concreto Pesado	+ 2.5-5.0 cm Aislamiento
10	6.5 cm Madera	+ 5.0 cm Aislamiento
11	15 cm Concreto Pesado	+ 2.5-5.0 cm Aislamiento
12	10 cm Madera	+ 2.5-5.0 cm Aislamiento

SELECCIONE SU OPCION (_)

FIGURA 15

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Parámetros de Orientación y Area de Muros y Techos

ORIENTACION	AREA
Norte	0.00
Noreste	0.00
Este	0.00
Sureste	0.00
Sur	0.00
Suroeste	0.00
Oeste	0.00
Noroeste	0.00
Techo	0.00

Desea cambiar algún parámetro (S/N) _

FIGURA 16

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

<ENTER> para que el programa seleccione la tabla correspondiente de acuerdo a la división mostrada en la Tabla 4 del Apéndice 1. Una vez hecha ésta operación, el programa vuelve al "Menú Muros y Techos"

4.5.3 OPCION ORIENTACION Y AREA (MUROS Y TECHOS)

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Muros y Techos, se teclea:

3 <ENTER>

En la pantalla aparecerá la figura 16.

El cursor aparecerá en la parte inferior de la pantalla después de la pregunta "Desea cambiar algún parámetro (S/N)"; el procedimiento a seguir es el mismo al indicado en la sección 4.4.1 (Opción Orientación, Area e Inclinación de Ventanas).

4.5.4 OPCION COLOR (MUROS Y TECHOS)

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Muros y Techos, se teclea:

4 <ENTER>

En la pantalla aparecerán las siguientes opciones: (figura 17)

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Color de Muros y Techos	
1	Claro
2	Medio
3	Obscuro

SELECCIONE SU OPCION (_)

FIGURA 17

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para seleccionar la opción deseada precedida de <ENTER>, y de ésta forma el programa aplicará el factor de corrección correspondiente. (ver sección 3.2.1)

Una vez hecha la selección, el programa vuelve al "Menú Muros y Techos".

4.5.5 OPCION TEMPERATURAS DE DISEÑO

Para seleccionar ésta opción desde el Menú Muros y Techos, se teclea:

5 <ENTER>

En la pantalla aparecerán los siguientes parámetros: (figura 18)

El cursor aparecerá dentro del paréntesis para seleccionar el parámetro cuyo valor se desee alterar. El programa toma como valor inicializado MENOS DIECIOCHO GRADOS CENTIGRADOS (CERO GRADOS FARENHEIT).

1 <ENTER> se borra la pantalla, y el programa pide el nuevo valor para la temperatura exterior máxima que se presenta durante el día en el sitio del proyecto, en grados centígrados.

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

Temperaturas de Diseño	
1	TEMPERATURA EXTERIOR = -18
2	TEMPERATURA INTERIOR = -18
3	RANGO TEMP. EXTERIOR = 0
0	Regresa a Menú de MUROS Y TECHOS

SELECCIONE SU OPCION (_)

FIGURA 18

PROPOSICION DE UN PROGRAMA PARA COMPUTADORA

- 2 <ENTER> se borra la pantalla, y el programa pide el nuevo valor para la temperatura de diseño interior para el local, en grados centígrados.
- 3 <ENTER> se borra la pantalla, y el programa pide el rango de temperatura exterior entre la mínima y la máxima que se presentan durante el día en el sitio del proyecto, en grados centígrados.
- 0 <ENTER> el programa vuelve al "Menú Muros y Techos".

Para regresar al "Menu Central", se teclea 0 <ENTER>.

CONCLUSIONES

Se ha explicado, a lo largo del presente trabajo, las diversas formas por las que un determinado espacio puede ganar energía en forma de calor, modificando así sus condiciones de temperatura y humedad en el ambiente. Asimismo se logró identificar cada uno de los parámetros que influyen cuantitativamente en la ganancia de calor debida a los efectos de radiación solar; de ésta forma se pudo:

a) Explicar el método propuesto por la ASHRAE para el cálculo de la carga térmica debida a los efectos de radiación solar en un espacio acondicionado, mediante el uso de diversas tablas

b) Manipular los parámetros dependientes e independientes que figuran dentro del proceso de calculo de tal forma que se pudieran integrar en un algoritmo y así omitir el uso de algunas tablas.

c) Proponer un programa para computadora que realice todos los cálculos involucrados en el algoritmo una vez identificados los parámetros independientes.

Para poder evaluar cuantitativamente las ventajas o desventajas del método propuesto, en el Apéndice 2 se resuelve el mismo ejemplo de aplicación (ver Capítulo 3.3) por el método tradicional de cálculo basado en las tablas del "Manual para el diseño de Sistemas de Aire Acondicionado" de Carrier; también en ese Apéndice se muestra la tabla de resultados del mismo ejemplo

CONCLUSIONES

pero obtenida por el método de la ASHRAE calculada por computadora de acuerdo al programa propuesto. A continuación se presenta una comparativa de estos resultados:

	TRADICIONAL	ASHRAE	PROGRAMA PARA COMPUTADORA
Carga Térmica			
Máxima [Kcal/h]	32853	24827	24813
Fecha	FEB/OCT	FEB/OCT	FEBRERO
Hora	15:00	16:00	16:00

En este caso específico se observa una diferencia considerable en los resultados finales del 24%; hasta ahora en la mayoría de los proyectos de Aire Acondicionado se ha venido utilizando el método propuesto por "Carrier" y ha funcionado bien, lo cual no quiere decir que sea el mejor

La abierta manipulación de todos los parámetros dependientes, la constante actualización de datos resultado de las investigaciones de la ASHRAE y el empleo de los factores de carga de enfriamiento, permiten al método de la ASHRAE obtener resultados muy precisos que para el caso específico del ejemplo presentado nos produce un beneficio global de 8026 [Kcal/h], o en otros términos 2.65 [TR] (Toneladas de Refrigeración).

Comparando los resultados obtenidos manualmente en el Capítulo 3.3, con los resultados del programa para computadora,

CONCLUSIONES

vemos que la diferencia de 14 [Kcal/h] se debe exclusivamente al manejo de decimales por redondeo que se hizo en el procedimiento manual ya que el programa para computadora trabaja con todos los decimales hasta el momento de imprimir los resultados.

Concluido el trabajo, consideramos que los objetivos planteados han sido plenamente satisfechos; pero cabe mencionar que en el camino de investigación que tuvimos que recorrer nos encontramos con muchas posibilidades de mejoras al programa para computadora que de momento estarían fuera de lugar, pero tenemos la esperanza de que por la manera en que hemos presentado los temas, el lector tome interés en ellos y encuentre en éstas líneas un camino inicial para diseñar o adecuar el programa de tal forma que satisfaga plenamente las necesidades de un proyectista en Aire Acondicionado.

Definitivamente la programación no es nuestro fuerte, por lo tanto sabemos que tan solo hemos aprovechado la rapidez de una computadora para efectuar los cálculos; la eficiencia, la rapidez de respuesta, el manejo de más parámetros independientes, la posibilidad de obtener otro tipo de reportes, el lenguaje de computadora empleado y el uso de otro tipo de herramientas (SOFTWARE) que actualmente se consideran casi del dominio público entre los programadores son algunas de las sugerencias que le podríamos hacer al lector interesado en continuar ésta investigación.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

A P E N D I C E 1

TABLAS

- TABLA 1 Descripción del Grupo de Construcción de los Muros
- TABLA 2 Diferencia de Temperatura para Carga de Enfriamiento (CLTD) MUROS
- TABLA 3 Descripción del Grupo de Construcción del Techo
- TABLA 4 Diferencia de Temperatura para Carga de Enfriamiento (CLTD) TECHOS
- TABLA 5 Corrección por Latitud y Mes para CLTD de MUROS y TECHOS
- TABLA 6 Factor de Ganancia Solar (SHGF*CLF) VIDRIOS Y VENTANAS
- TABLA 7 Factor de Sombreado (SC) VIDRIOS Y VENTANAS

APENDICE 1

TABLA 1

Descripción del Grupo de Construcción de los Muros

GRUPO	DESCRIPCION DE CONSTRUCCION	U [Kcal/h m ² °C]
LADRILLO PARA FACHADA (10 cm) + LADRILLO		
C	Espacio de aire + 10 cm ladrillo p/fachada	1.748
D	Ladrillo (10 cm)	2.026
C	Aislamiento 2.5 cm o vacío + 10 cm ladrillo	1.470
B	Aislamiento 5 cm + 10 cm ladrillo	0.542
B	Ladrillo 20 cm	1.475
A	Aislamiento o vacío + 20 cm ladrillo	1.186
LADRILLO PARA FACHADA (10 cm) + CONCRETO PESADO		
C	Espacio de aire + 5 cm concreto pesado	1.709
B	Aislamiento 5 cm + 10 cm concreto	0.566
A	Aislamiento o vacío + 20 cm concreto	0.547
LADRILLO PARA FACHADA (10 cm) + BLOCK DE CONCRETO		
E	Block de 10 cm	1.558
D	Aislamiento o vacío + 10 cm block	1.689
D	Block de 20 cm	1.338
C	Aislamiento o vacío + 15 cm block	1.342
B	Aislamiento 5 cm + 20 cm block	0.522
LADRILLO PARA FACHADA (10 cm) + LOSETA		
D	Loseta 10 cm	1.860
D	Vacío + Loseta 10 cm	1.372
C	Aislamiento + Loseta 10 cm	0.825
C	Loseta 20 cm	1.342
B	Vacío o aislamiento 2.5 cm + loseta 20 cm	1.079
A	Aislamiento 5 cm + loseta 20 cm	0.473
CONCRETO PESADO + ACABADOS		
E	Concreto 10 cm	2.856
D	Concreto 10 cm + 2.5 cm aislamiento	0.976
C	Concreto 20 cm	2.392
B	Concreto 20 cm + 2.5 cm aislamiento	0.913
B	Concreto 25 cm	2.055
A	Concreto 25 cm + 2.5 cm aislamiento	0.552
BLOCK CONCRETO + ACABADOS		
F	Block 10 cm + vacío o aislamiento	1.284
E	Block 10 cm + 5 cm aislamiento	0.556
E	Block 20 cm	1.963
D	Block 20 cm + vacío o aislamiento	0.844

APENDICE 1

TABLA 1

Descripción del Grupo de Construcción de los Muros
continuación

PARED ARCILLA + ACABADOS		
F	Loseta 10 cm	2.046
F	Loseta 10 cm + vacío	1.479
E	Loseta 10 cm + 2.5 cm aislamiento	0.854
D	Loseta 10 cm + 5 cm aislamiento	0.537
D	Loseta 20 cm	1.445
C	Loseta 20 cm + 2.5 cm aislamiento	1.128
B	Loseta 20 cm + 5 cm aislamiento	0.483
PARED CON CORTINA METALICA		
G	Con o sin vacío + 2.5-7.5 cm aislamiento	1.123
CANCEL		
G	2.5-7.5 cm aislamiento	0.869

APENDICE 1
 TABLA 2
 Diferencia de Temperatura para Carga de Enfriamiento CLTD en [°C]
 M U R O S

OR	GRUPO A																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N		7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
NE		9	9	8	8	8	8	8	9	9	9	10	10	10	10			
E		12	11	11	11	10	11	11	11	12	12	13	13	13	13			
SE		11	11	11	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13			
S		10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9			
SO		13	12	12	11	11	11	10	9	9	9	9	10	10	11			
O		13	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	10	10	11			
NO		11	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8	8			

OR	GRUPO B																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N		6	6	6	5	5	5	4	5	5	5	6	6	7				
NE		8	7	7	7	7	8	8	9	9	10	11	11	11				
E		9	9	8	8	8	9	11	12	12	13	14	14	14				
SE		9	9	8	8	8	8	9	10	11	12	13	13	14				
S		8	8	7	7	6	6	6	6	7	8	8	9	11				
SO		12	11	10	9	8	8	8	7	7	8	8	9	11				
O		13	12	11	10	9	9	8	8	8	8	8	9	11				
NO		10	9	8	8	7	7	7	7	6	7	7	7	8				

OR	GRUPO C																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N		6	5	4	4	4	4	4	4	5	6	7	7	8				
NE		6	6	6	6	7	8	9	11	11	12	12	12	13				
E		8	7	7	8	9	11	12	14	15	16	16	17	17				
SE		8	7	7	7	7	9	11	12	13	14	16	16	16				
S		7	7	6	5	5	5	6	6	8	9	11	12	13				
SO		10	9	8	7	7	6	6	6	7	8	10	12	14				
O		11	10	9	8	7	7	7	7	7	8	9	11	13				
NO		9	8	7	6	6	6	6	6	6	7	7	8	10				

OR	GRUPO D																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N		4	3	3	3	3	3	4	4	6	7	7	8	9				
NE		4	4	4	6	8	9	11	12	13	13	13	13	14				
E		5	4	5	7	9	12	15	17	18	18	18	18	18				
SE		6	4	4	6	7	9	12	14	16	17	18	18	18				
S		5	4	4	3	3	4	5	7	9	11	13	15	16				
SO		8	7	6	5	4	4	4	6	7	9	12	15	18				
O		8	7	6	6	5	5	5	6	6	8	10	13	17				
NO		7	6	5	4	4	4	4	5	6	7	8	10	12				

APENDICE 1
TABLA 2
Diferencia de Temperatura para Carga de Enfriamiento CLTD en [°C]
M U R O S

OR	GRUPO E																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	11	11	11				
NE	2	3	5	8	11	13	14	14	14	14	14	14	14	14				
E	3	3	6	10	14	18	20	21	21	20	19	18	18	18				
SE	3	3	4	7	11	14	17	19	21	21	20	19	18	18				
S	3	2	2	2	3	5	7	11	13	16	18	19	18	18				
SO	4	3	3	3	3	4	5	7	10	13	18	21	24	24				
O	5	4	3	3	3	4	5	6	8	11	15	20	24	24				
NO	4	3	3	3	3	3	4	6	7	9	11	14	18	18				

OR	GRUPO F																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N	1	1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	12	13	13				
NE	1	3	8	13	16	17	16	16	15	15	15	15	14	14				
E	1	3	9	16	21	24	25	24	22	20	19	18	17	17				
SE	1	2	6	11	16	20	23	24	23	22	20	19	17	17				
S	1	1	1	2	4	7	11	15	19	21	22	21	19	19				
SO	2	1	1	2	3	4	6	9	14	19	24	28	29	29				
O	2	2	2	2	3	4	6	8	11	16	22	27	32	32				
NO	2	1	1	2	3	4	6	7	8	12	15	19	23	23				

OR	GRUPO G																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
N	1	4	4	5	7	8	10	12	13	13	13	14	14	14				
NE	5	15	20	22	19	17	14	14	15	15	14	14	12	12				
E	6	17	26	30	31	28	22	18	17	17	16	15	13	13				
SE	3	10	18	23	27	28	27	23	20	18	17	15	13	13				
S	0	1	3	7	12	17	22	25	26	24	21	17	14	14				
SO	0	1	3	4	7	9	14	21	28	33	35	34	29	29				
O	1	1	3	4	6	8	11	15	23	31	37	40	37	37				
NO	0	1	3	4	6	8	10	12	15	21	26	31	31	31				

APENDICE 1
TABLA 3
Descripción del Código de Construcción del Techo

No.	DESCRIPCION DE CONSTRUCCION	U	
		[Kcal/h CON P L A	m ² °C SIN F O N
1	Hoja de Lámina + 2.5-5.0 cm Aislamiento	1.040	0.654
2	2.5 cm Madera + 2.5 cm Aislamiento	0.830	0.562
3	10 cm Concreto Ligero	1.040	0.654
4	5.0 cm Concreto Pesado+ 2.5-5.0 cm Aislamiento	1.006	0.640
5	2.5 cm Madera + 5.0 cm Aislamiento	0.532	0.405
6	15 cm Concreto Ligero	0.771	0.532
7	6.5 cm Madera + 2.5 cm Aislamiento	0.635	0.469
8	20 cm Concreto Ligero	0.615	0.454
9	10 cm Concreto Pesado+ 2.5-5.0 cm Aislamiento	0.977	0.625
10	6.5 cm Madera +5.0 cm Aislamiento	0.454	0.352
11	15 cm Concreto Pesado+ 2.5-5.0 cm Aislamiento	0.937	0.610
12	10 cm Madera + 2.5-5.0 cm Aislamiento	0.518	0.400

APENDICE 1

TABLA 4

Diferencia de Temperatura para Carga de Enfriamiento CLTD en [°C]

T E C H N O S

TIPO	SIN PLAFON FALSO																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
1	-2	3	11	19	27	34	39	43	44	43	39	33	25					
2	-2	-1	2	8	15	22	29	34	39	41	41	39	34					
3	-2	-2	1	5	11	18	24	31	36	39	41	39	37					
4	-1	-1	2	6	11	17	23	28	33	36	37	34	30					
5	-4	-3	-2	3	9	15	22	27	32	35	36	34	32					
6	2	1	1	2	4	8	13	18	24	28	32	34	36					
7	6	4	3	3	5	7	11	15	19	23	27	29	31					
8	8	6	5	4	4	5	7	11	14	18	22	26	28					
9	5	4	4	6	8	11	14	18	22	26	28	29	29					
10	7	6	5	4	5	7	9	13	16	20	23	26	27					
11	9	8	8	8	9	10	12	14	17	20	22	24	25					
12	14	12	11	10	9	9	9	10	12	13	16	18	20					

TIPO	CON PLAFON FALSO																	
	HR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
1	-2	-1	5	13	21	28	34	39	43	43	41	37	31					
2	2	1	2	4	7	12	17	22	27	31	33	34	34					
3	1	0	0	2	6	11	16	22	27	31	34	36	36					
4	8	7	7	8	9	11	14	17	19	22	24	26	26					
5	4	3	3	4	7	10	14	18	23	27	29	32	32					
6	7	6	4	4	4	6	9	12	16	20	23	27	29					
7	12	10	9	8	8	9	10	12	14	17	19	21	23					
8	13	11	10	8	8	8	8	9	11	14	16	19	21					
9	12	12	11	11	12	12	13	15	16	18	19	20	21					
10	13	12	11	10	10	10	11	12	14	16	18	19	21					
11	13	13	12	12	12	12	13	14	14	16	17	18	18					
12	16	15	14	13	13	12	12	12	12	13	14	15	17					

APENDICE 1
 TABLA 5
 Corrección por Latitud y Mes para CLTD de MUROS y TECHOS
 [°C]

OR EPOCA	LATITUD 0						
	DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	2.8	5.6	6.7
NE/NO	-2.8	-2.2	-1.1	0.6	1.7	2.8	2.8
E/O	-1.1	-0.6	-0.6	-0.6	-1.1	-1.7	-1.7
SE/SO	1.7	1.1	0.0	-1.7	-3.3	-4.4	-5.0
S	5.0	3.9	0.0	-4.4	-4.4	-4.4	-4.4
HOR	-0.6	-0.6	0.0	0.0	-1.1	-2.2	-2.8
OR EPOCA	LATITUD 8						
	DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N	-2.2	-1.7	-1.7	-1.7	1.1	3.9	5.0
NE/NO	-3.3	-3.3	-1.7	-0.6	1.1	2.2	2.2
E/O	-1.7	-1.1	-0.6	-0.6	-0.6	-1.1	-1.1
SE/SO	2.2	1.7	0.6	-1.1	-2.8	-3.9	-4.4
S	6.7	5.6	2.2	-2.2	-3.9	-3.9	-3.9
HOR	-2.8	-2.2	-0.6	0.0	-0.6	-1.1	-1.1
OR EPOCA	LATITUD 16						
	DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N	-2.2	-2.2	-1.7	-1.7	-0.6	2.2	3.3
NE/NO	-4.4	-3.9	-2.8	-1.1	-0.6	1.7	2.2
E/O	-2.2	-2.2	-1.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
SE/SO	2.2	2.2	1.1	0.0	-1.7	-2.8	-3.3
S	7.2	6.7	3.9	0.0	-3.3	-3.9	-3.9
HOR	-5.0	-3.9	-2.2	-0.6	0.0	0.0	0.0
OR EPOCA	LATITUD 24						
	DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N	-2.8	-2.2	-2.2	-1.7	-1.1	0.6	1.7
NE/NO	-5.0	-4.4	-3.3	-1.7	0.0	1.1	1.7
E/O	-3.9	-3.3	-1.7	-0.6	-0.6	0.0	0.0
SE/SO	1.7	1.7	1.7	0.6	-0.6	-1.7	-2.2
S	7.2	7.2	5.6	2.2	-1.7	-3.3	-3.3
HOR	-7.2	-6.1	-3.9	-1.7	0.0	0.6	0.6

APENDICE 1
 TABLA 5
 Corrección por Latitud y Mes para CLTD de MUROS y TECHOS
 [°C]

OR	EPOCA	LATITUD 32						
		DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N		-2.8	-2.8	-2.2	-1.7	-1.1	0.6	0.6
NE/NO		-5.6	-5.0	-3.9	-2.2	-0.6	0.6	1.1
E/O		-4.4	-4.4	-2.2	-1.1	0.0	0.0	0.0
SE/SO		1.1	1.1	2.2	1.7	0.0	-0.6	-1.1
S		6.7	6.7	6.1	3.9	0.6	-1.7	-2.2
HOR		-9.4	-8.3	-5.6	-2.8	-0.6	0.6	1.1

OR	EPOCA	LATITUD 40						
		DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N		-3.3	-2.8	-2.8	-2.2	-1.1	0.0	0.6
NE/NO		-5.6	-5.6	-4.4	-2.8	-1.1	0.0	0.6
E/O		-5.6	-5.0	-3.3	-1.7	0.0	0.0	0.6
SE/SO		0.0	0.6	1.7	2.2	1.1	0.0	0.0
S		5.6	6.1	6.7	5.6	2.2	0.6	-0.6
HOR		-11.7	-10.6	-7.8	-4.4	-1.7	0.6	1.1

OR	EPOCA	LATITUD 48						
		DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N		-3.3	-3.3	-2.8	-2.2	-1.7	0.0	0.6
NE/NO		-6.1	-6.1	-5.6	-3.3	-1.7	0.0	1.1
E/O		-7.2	-6.1	-4.4	-2.2	-0.6	0.6	1.1
SE/SO		-1.7	-0.6	0.6	2.2	2.2	1.7	1.1
S		3.3	4.4	6.1	6.1	3.9	2.2	1.7
HOR		-13.9	-13.3	-10.0	-6.1	-2.8	0.0	1.1

OR	EPOCA	LATITUD 56						
		DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N		-3.9	-3.3	-3.3	-2.8	-1.7	0.0	1.1
NE/NO		-6.7	-6.1	-5.6	-3.9	-2.2	0.0	1.1
E/O		-8.9	-7.8	-5.6	-2.8	-0.6	1.1	1.7
SE/SO		-5.0	-3.3	0.0	2.2	2.8	2.8	2.2
S		-1.7	1.1	5.0	6.7	5.0	3.9	3.3
HOR		-15.6	-15.0	-12.2	-8.3	-4.4	-1.1	0.6

APENDICE 1
 TABLA 5
 Corrección por Latitud y Mes para CLTD de MUROS y TECHOS
 [°C]

OR EPOCA	LATITUD 64						
	DIC	ENE NOV	FEB OCT	MAR SEP	ABR AGO	MAY JUL	JUN
N	-3.9	-3.9	-3.3	-2.8	-1.7	0.6	1.1
NE/NO	-6.7	-6.7	-6.1	-5.0	-2.2	0.6	1.1
E/O	-9.4	-8.9	-7.2	-3.9	-0.6	1.7	2.2
SE/SO	-8.9	-7.2	-2.2	1.1	2.8	3.3	3.3
S	-6.7	-4.4	2.2	6.1	6.1	5.6	5.0
HOR	-16.7	-16.1	-14.4	-11.1	-6.1	-1.7	0.0

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 16° Latitud Norte

ENERO 16.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-8	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	4	27	67	53	8	1	1	3
8	19	17	65	231	217	38	4	4	41
9	31	29	42	263	308	79	7	6	7
10	42	41	28	212	331	139	11	8	10
11	50	51	28	107	293	207	28	10	12
12	54	57	27	34	197	266	75	11	14
13	52	58	25	28	100	287	157	31	14
14	45	55	22	23	37	271	257	103	15
15	35	46	17	18	22	215	339	198	22
16	23	32	11	11	14	147	357	272	55
17	10	15	5	5	6	68	241	222	68
18	-3	0	0	0	0	0	0	0	0

FEBRERO 16.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8	6	59	106	73	7	1	1	6
8	22	19	112	256	209	25	5	4	5
9	35	32	84	284	287	56	8	7	8
10	47	44	38	231	302	103	11	9	10
11	58	55	30	120	258	158	17	11	14
12	63	62	29	38	159	206	54	12	15
13	61	64	27	30	69	222	131	32	16
14	52	60	24	25	32	206	229	108	17
15	41	52	19	20	24	158	312	210	42
16	28	38	13	13	17	103	341	296	98
17	14	21	7	7	8	49	269	281	124
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MARZO 16.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	13	11	106	148	87	3	3	2	3
8	27	23	159	266	186	11	6	5	6
9	41	37	131	284	243	29	9	8	9
10	55	49	67	225	244	58	13	10	12
11	67	60	33	113	189	94	16	12	15
12	74	67	32	38	97	124	36	13	16
13	69	68	29	33	43	131	100	37	17
14	58	65	26	27	34	115	188	115	29
15	45	56	21	21	26	80	264	218	79
16	31	41	15	15	18	45	291	303	148
17	16	25	8	8	9	17	234	290	170
18	2	0	0	0	0	0	2	4	2

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 16° Latitud Norte

ABRIL 16.00 LN										
HR	ALT	[Kcal / h m ²]								HOR
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
6	3	2	8	8	3	0	0	0	0	0
7	18	24	139	159	77	4	4	3	4	23
8	32	31	190	251	144	9	7	6	7	84
9	46	42	168	261	178	17	10	9	10	174
10	61	54	102	202	163	30	14	11	13	285
11	75	65	48	98	108	46	17	13	16	387
12	86	72	34	40	56	60	25	14	17	453
13	75	73	31	35	45	62	65	42	25	475
14	60	69	28	28	37	55	134	117	54	441
15	46	60	22	23	28	42	198	210	113	344
16	31	50	16	16	20	29	219	285	182	213
17	17	43	9	9	11	15	172	266	194	77
18	3	3	0	0	0	1	8	14	12	1

MAYO 16.00 LN										
HR	ALT	[Kcal / h m ²]								HOR
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
6	6	15	27	24	8	1	1	1	1	2
7	20	51	152	154	61	5	5	4	5	28
8	34	59	206	234	109	10	8	7	8	88
9	48	65	190	243	130	18	11	9	11	175
10	62	70	127	187	110	30	15	12	14	282
11	76	76	68	91	72	44	18	14	17	379
12	86	82	38	42	55	56	25	15	19	442
13	74	85	32	36	47	59	45	41	37	463
14	60	89	29	30	39	56	94	111	70	432
15	46	94	23	24	30	44	145	198	129	340
16	32	96	17	17	22	31	165	266	197	216
17	18	91	10	10	12	17	131	250	208	86
18	5	19	1	1	1	2	18	41	39	5

JUNIO 16.00 LN										
HR	ALT	[Kcal / h m ²]								HOR
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
6	6	16	24	21	6	1	1	1	1	2
7	19	62	151	144	51	5	5	4	5	27
8	33	75	210	224	93	10	8	7	8	85
9	47	83	199	236	111	18	11	9	11	169
10	61	87	140	186	95	31	15	12	14	274
11	74	93	81	95	66	45	18	14	17	370
12	83	99	42	42	56	57	25	15	21	434
13	74	104	33	37	48	61	38	38	40	457
14	61	110	30	31	40	58	76	104	72	430
15	47	118	24	25	31	46	122	188	131	343
16	34	121	18	18	23	33	143	255	201	224
17	20	114	11	11	14	19	118	248	217	98
18	7	43	2	2	3	4	29	76	74	10

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 16° Latitud Norte

JULIO 16.00 LN						[Kcal / h m ²]				
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	4	6	10	9	3	0	0	0	0	1
7	18	50	139	138	53	5	4	4	4	23
8	32	62	202	226	103	9	8	7	7	80
9	46	69	193	243	128	18	11	9	11	165
10	60	73	135	195	113	30	15	12	14	270
11	74	80	77	103	76	45	18	14	17	369
12	85	86	40	43	56	57	25	15	19	435
13	76	89	33	38	48	61	41	36	34	460
14	63	93	30	31	40	58	85	102	66	436
15	49	98	25	26	32	47	137	188	124	349
16	35	99	19	19	24	34	160	258	193	230
17	21	96	11	11	14	20	134	254	212	103
18	7	40	3	3	3	5	36	83	78	12

AGOSTO 16.00 LN						[Kcal / h m ²]				
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	3	1	2	2	1	0	0	0	0	0
7	17	25	123	139	67	4	4	3	4	21
8	31	33	179	231	131	9	8	6	7	78
9	46	43	163	246	166	17	10	9	10	162
10	60	55	103	195	154	29	14	11	13	268
11	74	66	51	99	105	45	17	13	16	365
12	86	73	34	41	56	58	25	15	18	429
13	76	74	32	36	46	62	59	38	24	452
14	61	71	28	29	38	56	123	108	52	423
15	47	62	23	24	29	43	181	194	106	332
16	32	53	17	17	21	30	201	263	170	209
17	18	46	9	9	12	17	158	245	181	81
18	4	6	1	1	1	1	13	25	21	3

SEPTIEMBRE 16.00 LN						[Kcal / h m ²]				
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	16	14	110	156	94	5	3	3	3	20
8	31	27	147	252	180	13	7	6	6	80
9	45	41	115	260	229	32	10	8	10	169
10	58	53	56	197	223	61	13	11	13	279
11	69	63	35	89	165	95	17	13	16	379
12	74	70	33	40	97	122	36	14	17	442
13	67	70	30	34	43	126	108	46	17	457
14	55	65	26	27	35	108	191	124	35	415
15	41	55	20	21	26	73	257	217	84	312
16	27	40	14	14	18	39	267	283	143	176
17	13	20	6	6	8	13	178	224	135	45
18	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 16° Latitud Norte

OCTUBRE 16.00 LN		[Kcal / h m ²]									
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR	
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	15	12	84	156	112	12	3	3	3	18	
8	28	25	100	250	214	30	6	5	6	76	
9	41	37	63	253	272	61	9	8	9	163	
10	53	49	33	183	270	107	12	10	12	268	
11	61	58	32	75	214	158	26	12	14	364	
12	63	64	30	39	157	199	52	13	15	422	
13	58	63	27	30	45	207	148	50	16	428	
14	47	58	23	24	31	185	238	129	21	377	
15	35	47	17	18	22	133	305	220	56	270	
16	21	31	11	11	14	77	301	275	104	130	
17	8	10	3	3	4	21	140	152	73	18	
18	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

NOVIEMBRE 16.00 LN		[Kcal / h m ²]									
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR	
6	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	11	9	49	131	107	19	2	2	2	11	
8	24	21	57	235	230	43	5	5	5	61	
9	36	33	33	242	301	84	8	7	8	142	
10	46	44	30	175	309	143	14	9	10	241	
11	52	53	29	71	260	208	38	11	13	330	
12	54	58	27	35	198	261	72	12	14	385	
13	50	57	24	28	70	276	171	46	14	389	
14	41	52	21	22	28	254	266	121	15	340	
15	30	42	15	16	20	193	334	208	29	234	
16	18	26	9	9	12	120	318	254	62	101	
17	5	5	2	2	2	24	95	90	31	8	
18	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

DICIEMBRE 16.00 LN		[Kcal / h m ²]									
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR	
6	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	7	5	29	90	76	14	1	1	1	5	
8	20	17	45	224	226	45	5	4	4	45	
9	31	29	28	245	312	89	7	6	7	123	
10	41	40	27	187	330	153	14	8	10	219	
11	48	49	27	84	289	224	38	10	12	309	
12	51	55	26	31	197	284	87	11	13	367	
13	48	55	23	26	97	303	173	37	14	379	
14	41	51	20	21	35	285	271	109	14	337	
15	31	41	15	16	20	223	345	197	19	240	
16	19	27	9	9	12	148	341	253	44	111	
17	6	8	3	3	3	47	152	136	36	13	
18	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

APENDICE 1
TABLA 6
SHGF*CLF a 19° Latitud Norte

ENERO 19.00 LN										
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	2	18	45	36	6	1	1	1	2
8	17	15	59	222	211	38	4	3	4	36
9	29	28	36	258	310	82	7	6	7	112
10	39	39	27	209	337	146	11	8	9	210
11	47	49	27	105	302	218	31	10	12	304
12	51	55	26	33	208	281	80	11	13	369
13	49	56	24	27	109	303	164	30	14	389
14	43	53	21	22	40	286	263	101	15	355
15	33	44	16	17	21	224	343	195	20	264
16	22	31	11	11	14	150	353	265	49	138
17	9	13	4	4	5	63	218	200	60	27
18	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FEBRERO 19.00 LN										
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	5	53	95	66	6	1	1	1	5
8	21	18	106	251	209	26	5	4	4	49
9	34	31	75	281	292	60	8	6	8	133
10	46	43	33	228	311	112	11	9	10	239
11	55	54	30	119	270	173	19	11	13	344
12	60	60	29	37	173	226	60	12	15	416
13	58	62	26	30	78	243	139	31	15	441
14	50	58	23	24	31	226	237	107	16	410
15	39	50	18	19	24	172	319	208	37	317
16	27	36	13	13	16	110	343	292	90	186
17	13	20	6	6	8	50	262	271	116	54
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MARZO 19.00 LN										
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	12	10	103	146	87	4	3	2	3	13
8	26	23	152	264	189	13	6	5	5	69
9	40	36	121	283	251	34	9	8	9	158
10	53	49	59	224	256	69	12	10	12	270
11	65	59	33	113	205	111	16	12	15	376
12	71	66	31	38	111	146	42	13	16	449
13	67	67	29	32	46	154	109	37	17	473
14	56	64	25	26	34	136	199	115	25	440
15	44	55	20	21	26	93	274	216	72	343
16	30	41	14	14	18	51	297	301	141	210
17	16	24	7	7	9	19	235	288	165	71
18	2	0	0	0	0	0	2	3	2	0

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 19° Latitud Norte

ABRIL 19.00 LN										[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR			
6	4	3	12	12	5	0	0	0	0	1			
7	18	22	138	161	80	4	4	3	4	24			
8	32	29	185	251	149	9	7	6	7	85			
9	46	42	158	261	188	17	10	9	10	174			
10	60	54	91	202	178	33	14	11	13	284			
11	74	65	42	97	123	54	17	13	16	385			
12	83	71	34	40	62	71	27	14	17	450			
13	74	73	31	35	45	73	74	42	22	472			
14	60	69	27	28	37	62	146	116	49	439			
15	46	60	22	23	28	43	208	210	107	344			
16	32	47	16	16	20	29	227	285	177	215			
17	18	41	9	9	11	15	177	269	194	80			
18	3	6	1	1	1	1	14	25	21	2			

MAYO 19.00 LN										[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR			
6	7	18	35	31	11	1	1	1	1	3			
7	21	48	153	157	64	5	5	4	5	30			
8	35	53	202	236	115	10	8	7	8	90			
9	48	56	181	243	140	18	11	9	11	177			
10	63	61	117	187	124	30	15	12	14	284			
11	77	69	60	92	81	44	18	14	17	380			
12	89	76	36	42	55	56	25	15	18	443			
13	75	78	32	37	47	60	51	41	32	465			
14	61	78	29	30	39	56	105	111	64	434			
15	47	81	24	24	30	45	157	198	124	344			
16	33	86	17	17	22	32	174	268	194	221			
17	19	87	10	10	13	18	139	257	211	92			
18	6	29	2	2	2	3	27	63	59	7			

JUNIO 19.00 LN										[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR			
6	7	21	33	28	9	1	1	1	1	3			
7	20	60	153	148	54	5	5	4	5	29			
8	34	68	207	226	100	10	8	7	8	88			
9	48	72	191	237	122	18	11	10	11	172			
10	61	74	130	187	107	31	15	12	14	277			
11	75	79	72	95	73	45	18	14	17	373			
12	86	85	38	43	56	57	25	15	19	436			
13	76	89	33	37	48	61	42	38	35	460			
14	62	94	30	31	40	58	86	104	67	434			
15	48	102	25	25	32	47	133	189	126	349			
16	35	109	19	19	24	34	153	257	197	231			
17	21	111	11	11	14	20	126	255	220	106			
18	8	55	3	3	4	6	38	98	96	15			

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 19° Latitud Norte

JULIO 19.00 LN		[Kcal / h m ²]									
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR	
6	5	10	17	15	5	1	1	1	1	1	
7	19	48	142	142	57	5	4	4	4	25	
8	32	56	199	228	109	10	8	7	8	83	
9	46	60	185	244	138	18	11	9	11	167	
10	60	64	125	195	126	31	15	12	14	272	
11	74	71	68	103	86	45	18	14	17	370	
12	88	78	37	43	56	57	25	15	19	436	
13	77	81	33	38	48	61	46	36	30	462	
14	63	82	30	31	40	58	96	103	60	438	
15	49	85	25	26	32	47	148	188	119	353	
16	35	89	19	19	24	34	169	260	189	236	
17	22	91	12	12	15	21	141	260	214	109	
18	8	48	3	3	4	6	45	103	96	15	

AGOSTO 19.00 LN		[Kcal / h m ²]									
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR	
6	3	2	5	5	2	0	0	0	0	0	
7	17	23	124	141	69	4	4	3	4	22	
8	32	31	174	232	136	9	8	6	7	78	
9	46	43	154	246	175	17	10	9	10	162	
10	60	55	93	195	168	32	14	11	13	267	
11	74	66	45	99	119	51	17	13	16	363	
12	83	73	34	41	61	68	26	15	18	427	
13	75	74	31	36	46	70	67	38	22	450	
14	61	71	28	29	38	61	134	107	47	421	
15	47	62	23	24	29	44	192	194	101	332	
16	33	50	17	17	21	30	209	264	166	211	
17	19	43	9	9	12	17	163	248	180	84	
18	5	9	1	1	1	2	20	37	31	4	

SEPTIEMBRE 19.00 LN		[Kcal / h m ²]									
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR	
6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
7	16	14	107	154	94	5	3	3	3	20	
8	30	27	140	250	184	15	7	6	6	78	
9	44	40	105	259	237	37	10	8	10	166	
10	56	52	49	195	235	71	13	11	12	273	
11	67	62	35	89	181	111	18	12	15	372	
12	71	69	32	39	110	143	42	14	17	434	
13	65	69	29	33	43	147	117	46	17	448	
14	53	64	26	27	34	126	201	123	31	406	
15	40	55	20	21	26	84	264	216	78	305	
16	26	39	14	14	17	43	271	281	138	171	
17	12	20	6	6	8	13	177	221	131	44	
18	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 19° Latitud Norte

OCTUBRE 19.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	14	12	79	151	109	13	3	3	16
8	27	24	93	246	215	32	6	5	72
9	40	36	55	251	278	66	9	8	156
10	51	48	32	181	281	117	12	10	259
11	59	57	31	74	227	174	30	11	352
12	60	62	29	38	170	219	58	12	408
13	55	62	26	30	50	227	155	49	413
14	45	56	23	23	30	202	245	128	363
15	34	46	17	18	22	144	309	218	257
16	21	30	11	11	13	81	299	269	120
17	7	9	3	3	4	19	125	134	64
18	-7	0	0	0	0	0	0	0	0

NOVIEMBRE 19.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	10	8	43	119	97	17	2	2	9
8	22	20	51	229	227	44	5	4	55
9	34	32	30	238	304	88	8	7	133
10	43	42	29	172	316	151	16	9	228
11	50	51	28	70	271	220	42	10	314
12	51	56	26	34	208	276	77	11	366
13	47	55	24	27	78	291	177	45	370
14	39	50	20	21	28	266	271	119	321
15	29	40	15	15	19	200	335	204	217
16	17	25	9	9	11	119	309	244	88
17	4	3	1	1	1	15	58	55	18
18	-9	0	0	0	0	0	0	0	0

DICIEMBRE 19.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	4	21	69	58	11	1	1	3
8	18	16	40	215	220	45	4	3	39
9	29	28	25	240	313	92	7	6	113
10	39	38	26	184	336	159	15	8	205
11	45	47	26	82	298	234	41	9	292
12	48	53	25	29	207	298	92	11	347
13	45	53	22	25	105	317	178	36	357
14	38	48	19	20	38	296	275	107	316
15	29	39	14	15	19	229	345	193	220
16	17	25	9	9	11	146	331	243	95
17	5	6	2	2	2	34	109	97	25
18	-8	0	0	0	0	0	0	0	0

APENDICE 1
TABLA 6
SHGF*CLF a 20° Latitud Norte

ENERO 20.00		LN				[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-9	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	2	15	38	30	5	0	0	1
8	17	15	57	219	209	37	4	3	34
9	28	27	35	257	310	82	7	6	109
10	39	39	26	208	339	148	11	8	205
11	46	48	27	105	305	222	32	10	299
12	50	55	26	32	212	286	82	11	363
13	48	56	24	27	112	308	166	30	382
14	42	52	21	21	41	290	265	101	348
15	32	44	16	17	21	227	343	194	258
16	21	30	10	10	13	151	351	262	132
17	9	13	4	4	5	61	209	191	24
18	-4	0	0	0	0	0	0	0	0

FEBRERO 20.00		LN				[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7	7	5	50	91	64	6	1	1	4
8	20	18	103	249	208	26	5	4	47
9	33	31	72	280	293	61	8	6	131
10	45	43	32	228	314	115	11	9	236
11	54	53	29	118	274	178	20	11	339
12	59	60	28	37	178	232	62	12	411
13	57	61	26	29	82	250	142	31	436
14	50	58	23	24	32	232	240	106	404
15	39	50	18	19	24	176	321	207	312
16	26	36	13	13	16	113	344	291	182
17	13	20	6	6	8	50	259	267	52
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MARZO 20.00		LN				[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	12	10	102	145	87	4	3	2	13
8	26	23	150	263	190	13	6	5	68
9	40	36	118	282	253	35	9	7	157
10	53	48	56	224	260	72	12	10	267
11	64	59	33	112	210	116	16	12	374
12	70	66	31	38	116	153	44	13	446
13	66	67	28	32	47	162	112	37	469
14	56	63	25	26	34	142	202	115	437
15	43	55	20	21	26	98	276	216	340
16	30	40	14	14	18	53	299	301	208
17	16	24	7	7	9	19	235	286	70
18	2	0	0	0	0	0	2	3	0

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGP*CLF a 20° Latitud Norte

ABRIL 20.00 LN										
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	4	4	13	14	6	0	0	0	0	1
7	18	22	138	162	80	4	4	4	4	24
8	32	29	183	251	151	9	7	6	7	85
9	46	42	155	261	191	18	10	9	10	173
10	60	54	88	202	182	35	14	11	13	283
11	74	65	41	97	128	57	17	13	16	384
12	82	71	34	40	64	75	28	14	17	449
13	73	72	31	35	45	77	77	41	21	471
14	60	68	27	28	37	65	150	116	47	438
15	46	60	22	23	28	44	212	210	104	343
16	32	46	16	16	20	29	229	286	175	215
17	18	40	9	9	11	16	179	270	193	81
18	4	6	1	1	1	1	16	30	25	2

MAYO 20.00 LN										
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	7	20	37	33	12	1	1	1	1	3
7	21	47	154	158	65	5	5	4	5	30
8	35	51	201	236	117	10	8	7	8	91
9	49	54	178	244	144	18	11	9	11	178
10	63	60	113	187	128	30	15	12	14	284
11	77	68	57	92	85	44	18	14	17	380
12	89	75	35	42	55	56	25	15	18	443
13	75	77	32	37	47	60	53	41	31	465
14	61	76	29	30	39	56	109	111	62	435
15	47	78	24	24	30	45	161	199	122	345
16	33	82	18	18	22	32	178	268	192	223
17	19	86	10	10	13	18	141	259	212	94
18	6	32	2	2	2	3	30	70	66	8

JUNIO 20.00 LN										
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	8	23	36	31	10	1	1	1	1	3
7	21	59	154	149	55	5	5	4	5	30
8	34	66	205	227	102	10	8	7	8	88
9	48	68	189	238	125	18	11	10	11	173
10	62	71	127	187	111	31	15	12	14	277
11	75	76	69	95	76	45	18	14	17	373
12	87	82	38	43	56	57	25	15	19	437
13	76	85	33	37	48	61	44	38	34	461
14	62	90	30	31	40	58	89	104	65	435
15	49	97	25	26	32	47	137	189	125	350
16	35	105	19	19	24	34	156	258	196	233
17	21	109	11	11	14	20	128	257	220	108
18	8	59	3	3	4	6	41	105	103	16

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 20° Latitud Norte

JULIO 20.00 LN										[Kcal / h m ²]		
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR		
6	6	11	20	17	6	1	1	1	1	2		
7	19	48	142	144	58	5	4	4	4	25		
8	33	54	198	229	111	10	8	7	8	83		
9	46	57	183	244	141	18	11	9	11	168		
10	60	62	122	195	131	31	15	12	14	273		
11	74	70	65	103	90	45	18	14	17	371		
12	88	77	37	43	56	57	25	15	19	436		
13	77	79	33	38	48	61	48	36	29	462		
14	63	79	30	31	40	58	100	103	59	439		
15	49	81	25	26	32	47	152	189	117	354		
16	35	85	19	19	24	34	173	260	188	237		
17	22	90	12	12	15	21	144	261	214	111		
18	8	50	4	4	4	6	48	109	102	17		

AGOSTO 20.00 LN										[Kcal / h m ²]		
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR		
6	4	2	6	6	3	0	0	0	0	0		
7	18	23	124	142	70	4	4	4	4	22		
8	32	30	173	232	137	9	8	6	7	78		
9	46	43	151	246	178	17	10	9	10	162		
10	60	55	90	195	172	33	14	11	13	266		
11	73	66	43	99	124	54	17	13	16	363		
12	82	73	34	40	63	72	27	15	18	426		
13	74	74	31	35	46	74	70	38	21	449		
14	61	70	28	29	38	64	137	107	45	420		
15	47	62	23	24	29	45	195	194	99	332		
16	33	49	17	17	21	30	211	264	164	211		
17	19	43	10	10	12	17	165	249	180	85		
18	5	10	1	1	1	2	22	41	34	4		

SEPTIEMBRE 20.00 LN										[Kcal / h m ²]		
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR		
6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
7	16	14	106	154	95	5	3	3	3	19		
8	30	27	138	250	185	16	7	6	6	78		
9	43	40	101	258	240	38	10	8	10	165		
10	56	52	47	195	239	75	13	11	12	271		
11	66	62	34	88	186	117	18	12	15	369		
12	70	68	32	39	114	150	43	14	17	431		
13	64	69	29	33	43	154	120	46	17	445		
14	53	64	26	26	34	132	204	123	29	403		
15	40	54	20	21	26	88	267	215	76	303		
16	26	39	14	14	17	45	272	281	136	170		
17	12	20	6	6	8	14	177	220	130	43		
18	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 20° Latitud Norte

OCTUBRE 20.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	14	11	77	148	108	13	3	3	3	15
8	27	23	90	245	215	32	6	5	6	70
9	39	36	52	250	280	68	9	7	9	154
10	50	47	32	180	284	120	12	10	11	255
11	58	56	31	74	232	178	31	11	14	347
12	59	62	29	38	175	225	60	12	15	403
13	54	61	26	29	52	233	158	49	15	408
14	45	56	22	23	30	207	247	127	18	358
15	33	46	17	17	22	147	311	217	49	253
16	20	30	10	10	13	82	298	267	96	117
17	7	9	3	3	3	18	119	128	60	13
18	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOVIEMBRE 20.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	9	7	41	114	94	17	2	2	2	8
8	22	19	49	227	226	45	5	4	5	53
9	33	31	28	237	305	89	8	6	8	130
10	42	42	28	171	318	153	16	8	10	224
11	49	50	28	69	274	224	43	10	12	309
12	50	55	26	34	212	281	79	11	13	360
13	46	55	23	26	80	295	179	45	13	363
14	38	49	20	20	28	270	272	119	14	314
15	28	39	14	15	19	201	335	203	24	211
16	16	24	8	8	11	119	305	240	54	83
17	4	2	1	1	1	12	45	43	14	3
18	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DICIEMBRE 20.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	5	3	19	61	51	10	1	1	1	2
8	17	16	38	212	218	45	4	3	4	37
9	29	27	24	238	313	92	7	6	7	109
10	38	38	26	182	337	161	16	8	9	201
11	44	47	26	82	301	237	42	9	11	286
12	47	52	24	29	210	302	93	10	13	341
13	44	52	22	25	108	321	179	36	13	350
14	37	48	19	20	39	299	276	106	13	309
15	28	38	14	15	18	231	345	192	16	213
16	17	24	9	9	11	146	327	239	37	90
17	5	5	1	1	2	29	94	83	22	6
18	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 24° Latitud Norte

ENERO 24.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-10	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	4	10	8	1	0	0	0
8	15	13	49	204	198	37	3	3	27
9	26	25	29	249	308	85	6	5	6
10	36	36	25	203	344	155	12	7	9
11	43	46	25	102	315	235	36	9	11
12	46	52	24	31	224	303	88	10	13
13	44	53	22	25	124	326	172	29	13
14	39	49	20	20	47	305	271	98	14
15	30	41	15	16	19	236	345	189	16
16	19	27	10	10	12	151	341	250	40
17	7	9	3	3	4	50	168	153	44
18	-6	0	0	0	0	0	0	0	0

FEBRERO 24.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-8	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	4	41	75	52	5	1	1	3
8	19	17	95	241	206	28	4	4	42
9	31	29	62	275	298	67	7	6	7
10	42	41	28	224	324	126	10	8	10
11	51	51	28	116	289	196	24	10	13
12	55	58	27	35	194	256	70	12	14
13	53	59	25	28	95	275	152	31	15
14	47	56	22	23	33	255	250	104	16
15	37	47	17	18	22	193	329	204	29
16	25	34	12	12	15	121	345	284	79
17	12	18	5	5	7	50	246	251	104
18	-1	0	0	0	0	0	0	0	0

MARZO 24.00 LN		[Kcal / h m ²]							
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	NO	HOR
6	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	12	10	99	142	87	4	2	2	12
8	26	22	142	260	193	15	6	5	65
9	39	35	105	280	262	42	9	7	9
10	51	47	46	222	274	86	12	10	11
11	61	57	32	111	230	138	17	11	14
12	66	64	30	37	134	182	51	13	16
13	63	65	28	31	54	192	124	36	16
14	54	62	25	26	33	170	215	114	20
15	42	53	20	20	25	117	288	214	60
16	29	40	14	14	18	62	306	298	129
17	15	23	7	7	9	21	235	282	157
18	2	0	0	0	0	0	2	3	2

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 24° Latitud Norte

ABRIL 24.00 LN							[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	5	5	19	20	9	1	1	1	1	1
7	19	20	137	164	84	4	4	4	4	25
8	32	28	175	251	158	9	7	6	7	85
9	46	42	142	260	204	21	10	9	10	172
10	59	54	74	201	201	44	14	11	13	279
11	71	64	36	97	149	74	17	13	16	379
12	78	71	33	39	76	98	33	14	17	444
13	71	72	30	34	44	100	89	41	18	465
14	59	68	27	28	36	82	165	116	40	433
15	45	59	22	23	28	51	225	210	96	340
16	32	45	16	16	20	29	239	286	168	215
17	18	36	9	9	11	16	186	274	192	84
18	4	10	1	1	1	2	26	48	39	4

MAYO 24.00 LN							[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	9	24	46	42	15	1	2	2	2	4
7	22	44	154	162	70	5	5	4	5	32
8	35	43	194	238	126	10	8	7	8	93
9	49	47	166	244	158	18	11	10	11	179
10	63	58	99	187	147	31	15	12	14	284
11	76	68	48	91	101	47	18	14	17	380
12	86	75	35	42	58	61	25	15	18	442
13	75	76	32	37	47	63	63	41	26	464
14	61	73	29	30	39	56	124	111	55	436
15	48	68	24	25	31	45	176	199	114	348
16	34	70	18	18	23	32	190	270	187	228
17	20	80	11	11	13	19	151	266	213	102
18	7	44	3	3	3	5	43	99	92	13

JUNIO 24.00 LN							[Kcal / h m ²]			
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	9	29	46	40	13	2	2	2	2	5
7	22	56	155	154	60	6	5	5	5	32
8	35	57	200	229	110	10	9	7	8	91
9	49	57	178	239	139	19	11	10	11	176
10	62	61	114	187	129	31	15	12	14	279
11	76	70	59	96	90	45	18	14	17	374
12	89	77	36	43	56	57	25	15	19	438
13	77	78	33	38	48	61	52	38	28	462
14	63	78	30	31	40	58	104	104	58	438
15	49	81	25	26	32	47	153	190	117	355
16	36	90	19	19	24	34	169	260	190	241
17	23	102	12	12	15	21	139	265	222	118
18	10	71	4	4	5	8	53	132	128	23

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGP*CLF a 24° Latitud Norte

JULIO 24.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	7	17	30	27	9	1	1	1	1	3
7	20	45	144	149	62	5	5	4	5	28
8	33	47	192	231	119	10	8	7	8	86
9	47	49	172	245	154	18	11	10	11	169
10	61	58	109	196	148	31	15	12	14	273
11	74	69	55	103	107	46	18	14	17	370
12	86	77	36	43	60	61	25	15	19	435
13	77	79	33	38	48	64	57	36	24	462
14	64	76	30	31	40	59	114	103	52	440
15	50	71	25	26	32	47	167	189	109	357
16	36	73	19	19	24	35	185	262	181	243
17	23	83	12	12	15	21	154	268	214	119
18	10	59	4	4	5	8	59	132	122	22

AGOSTO 24.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	4	4	11	11	5	0	0	0	0	1
7	18	21	123	144	73	4	4	4	4	23
8	32	29	166	232	143	9	8	6	7	79
9	45	42	139	246	189	19	10	9	10	161
10	59	55	77	194	189	41	14	11	13	263
11	71	65	38	98	143	69	17	13	16	358
12	78	72	34	40	74	91	32	14	17	421
13	72	73	31	35	45	94	81	38	19	443
14	60	70	28	29	37	78	151	107	38	415
15	46	62	23	24	29	51	208	194	91	329
16	33	48	17	17	21	30	221	264	157	212
17	19	39	10	10	12	17	172	253	179	88
18	6	14	2	2	3	31	57	48	6	6

SEPTIEMBRE 24.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	15	14	102	151	94	6	3	3	3	18
8	29	26	129	247	189	18	7	6	6	75
9	42	39	89	256	249	45	10	8	10	159
10	54	51	40	193	254	88	13	10	12	262
11	63	61	34	87	205	138	21	12	15	357
12	66	67	31	38	132	177	51	13	16	418
13	61	67	29	32	46	182	131	45	17	431
14	51	63	25	26	33	156	215	122	25	390
15	39	53	20	20	25	103	276	213	68	292
16	26	38	13	13	17	51	277	277	128	162
17	12	19	6	6	7	14	175	214	125	41
18	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APENDICE 1
 TABLA 6
 SHGF*CLF a 24° Latitud Norte

OCTUBRE 24.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	12	10	70	139	102	13	3	2	3	13
8	25	22	81	239	216	35	6	5	5	64
9	37	35	44	245	286	74	8	7	8	144
10	47	45	31	177	295	132	13	9	11	241
11	54	54	30	72	248	196	36	11	13	329
12	55	59	28	37	190	247	67	12	14	382
13	51	59	25	28	60	256	166	48	15	386
14	42	54	21	22	29	227	255	125	16	337
15	31	44	16	17	21	160	315	213	42	235
16	19	28	10	10	12	86	293	258	88	104
17	6	7	2	2	3	15	95	102	47	10
18	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOVIEMBRE 24.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	8	6	32	93	77	14	1	1	1	5
8	20	18	42	216	220	45	5	4	4	45
9	30	29	25	231	307	92	7	6	7	117
10	39	39	27	167	326	161	18	8	9	205
11	45	48	26	67	285	237	47	10	12	285
12	46	52	25	32	224	298	85	10	13	333
13	43	52	22	25	90	312	184	43	13	335
14	35	46	19	19	30	283	277	116	13	286
15	26	37	13	14	17	207	332	196	20	185
16	14	21	7	7	9	115	287	223	47	66
17	2	0	0	0	0	2	7	6	2	0
18	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DICIEMBRE 24.00 LN		[Kcal / h m ²]								
HR	ALT	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	HOR
6	-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	1	8	27	23	4	0	0	0	1
8	15	14	32	197	205	43	4	3	3	29
9	26	25	21	230	310	94	6	5	6	95
10	35	35	24	177	342	167	17	7	8	181
11	40	44	24	79	309	248	46	9	11	261
12	43	49	23	27	221	316	98	10	12	312
13	40	49	21	23	118	336	184	34	12	319
14	34	44	18	18	44	310	279	103	12	278
15	25	35	13	14	17	235	342	185	14	184
16	15	21	7	7	9	140	307	221	31	70
17	3	1	0	0	1	9	30	27	7	2
18	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APENDICE 1
TABLA 7
Factor de Sombreado (SC)
VIDRIOS Y VENTANAS

	NORM	PERSIANAS 45° O CORTINAS TELA			PERSIANAS EXT CLARO		PERSIANA EXT 17°		
		CL	MED	OBS	CL	OBS	MED	OBS	
VIDRIO SENCILLO	3mm	1.00	0.56	0.65	0.75	0.15	0.13	0.22	0.15
	6mm	0.94	0.56	0.65	0.74	0.14	0.12	0.21	0.14
	9mm	0.90							
VIDRIO ABSORBENTE	3mm	0.80	0.56	0.62	0.72	0.12	0.11	0.48	0.12
	6mm	0.73	0.53	0.59	0.62	0.11	0.10	0.16	0.11
	9mm	0.62	0.51	0.54	0.56	0.10	0.10	0.14	0.10
VIDRIO AISLANTE	3mm	0.90	0.54	0.61	0.67	0.14	0.12	0.20	0.14
	6mm	0.80	0.52	0.59	0.65	0.12	0.11	0.18	0.12
	9mm	0.52	0.36	0.39	0.43	0.10	0.10	0.11	0.10

A P E N D I C E 2

SOLUCION DEL PROBLEMA PLANTEADO EN EL CAPITULO 3
UTILIZANDO OTROS METODOS DE CALCULO

SECCION 1 Resolución del problema propuesto por el método tradicional de cálculo basado en las tablas del "Manual para el diseño de Sistemas de Aire Acondicionado" de Carrier

SECCION 2 Resultados del problema propuesto obtenidos por el programa para computadora

APENDICE 2

SECCION 1 METODO TRADICIONAL DE CALCULO

APORTACION SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS Y VENTANAS

Fórmula general: $q = k A f$

Tomando la tabla 15 (APORTACIONES SOLARES A TRAVES DE VIDRIO SENCILLO) a 20° LN del Manual para Aire Acondicionado publicado por "CARRIER", obtenemos "k".

Los valores de área y factor de sombreado, "A" y "f", respectivamente, los tomamos de los datos mencionados en el Capítulo 3, y al efectuar la operación dada por la fórmula general, obtenemos:

ENERO/NOVIEMBRE						
OR	HORA 11	12	13	14	15	16
N	593	593	593	593	491	356
S	10431	10828	10431	9439	7681	5301
O	2326	2326	7709	16349	22862	23061
SUMA	13350	13747	<u>18733*</u>	<u>26381*</u>	31034	28718
FEBRERO/OCTUBRE						
OR	HORA 11	12	13	14	15	16
N	644	644	644	593	543	407
S	8135	8532	8135	7143	5839	3827
O	2525	2525	8773	18010	25387	26451
SUMA	11304	11701	17552	25746	<u>31769*</u>	30685
MARZO/SEPTIEMBRE						
OR	HORA 11	12	13	14	15	16
N	644	644	644	644	593	491
S	4819	4989	4875	3997	2920	1672
O	2525	2525	8108	18741	26850	29375
SUMA	7988	7988	13627	23382	30363	<u>31538*</u>
ABRIL/AGOSTO						
OR	HORA 11	12	13	14	15	16
N	644	644	644	644	593	491
S	1842	1984	1842	1531	1077	822
O	2525	2525	9171	19074	26850	29707
SUMA	5011	5153	11657	21249	28520	31020

APENDICE 2

MAYO/JULIO						
HORA	11	12	13	14	15	16
OR						
N	644	644	644	678	780	1051
S	1077	1077	1077	1077	992	907
O	2525	2525	8241	17811	26118	29375
SUMA	4246	4246	9962	19566	27890	31333
JUNIO						
HORA	11	12	13	14	15	16
OR						
N	780	678	780	864	1136	1526
S	1077	1077	1077	1077	1077	907
O	2525	2525	7377	17279	27720	28843
SUMA	4382	4280	9234	19220	29993	31276
DICIEMBRE						
HORA	11	12	13	14	15	16
OR						
N	593	593	593	543	491	322
S	11225	11452	11225	10148	8532	5609
O	2326	2326	6114	15286	21799	21267
SUMA	<u>14144*</u>	<u>14371*</u>	17932	25977	30822	27258

APORTACION SOLAR A TRAVES DE MUROS

Fórmula general: $q = A U T_e$

Los valores correspondientes a las áreas según su orientación, los tomamos de los mencionados en el Capítulo 3, pero para facilitar el manejo general de ésta sección del problema, utilizaremos el Sistema Inglés con sus unidades de medida, así pues tendremos:

AN	=	20.62 m ²	=	222 ft ²
AE	=	118.36 m ²	=	1274 ft ²
AS	=	11.14 m ²	=	102 ft ²
AO	=	27.32 m ²	=	294 ft ²

Para calcular el "coeficiente total de transferencia de calor", U, se hace referencia a la tabla 4-3 de "Jenning & Lewis" para obtener los coeficientes respectivos a cada uno de los materiales, a saber: muro de tabique de 12" más 3/4" de aplanado interior.

k_1	=	5.0 [BTU plg/h ft ² °F]	(ladrillo común)
k_2	=	5.0 [BTU plg/h ft ² °F]	(aplanado de cemento y arena)

APENDICE 2

$h_i = 1.65 [\text{BTU plg/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}]$ (valor general para aire quieto)

$h_e = 6.0 [\text{BTU plg/h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}]$ (valor para una velocidad del viento de 15 mph)

$$U = \frac{1}{1/1.65 + 12/5 + 0.75/5 + 1/60} = 0.3 [\text{BTU / h ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}]$$

Los valores correspondientes a las temperaturas de diseño están estipulados en los datos del problema, pero igualmente los manejaremos en Sistema Inglés:

$T_i = 24 \text{ } ^\circ\text{C} = 75 \text{ } ^\circ\text{F}$
 $T_e = 33 \text{ } ^\circ\text{C} = 92 \text{ } ^\circ\text{F}$

Haciendo uso de la tabla IX-4 de "Hernández Goribar", obtenemos las Temperaturas equivalentes para el tipo de muro claro empleado:

	11	12	13	14	15	16
N	2	2	2	2	2	2
E	8	8	7	6	7	8
S	5	4	4	4	4	4
O	8	8	7	6	6	6

Como la diferencia entre las temperaturas es mayor a $15 \text{ } ^\circ\text{F}$, es decir, $T_e=92 - T_i=75 = 17 \text{ } ^\circ\text{F}$, a los datos de la tabla anterior se les tendrán que agregar $2 \text{ } ^\circ\text{F}$; asimismo, como el rango de temperatura en el día es de $21 \text{ } ^\circ\text{F} > 20 \text{ } ^\circ\text{F}$, a los datos de la tabla anterior se les tendrán que disminuir $0.5 \text{ } ^\circ\text{F}$; en consecuencia la fórmula general planteada quedará de la siguiente manera:

$$q = A U (T_e + 1.5)$$

... de ésta forma obtenemos los siguientes resultados:

	11	12	13	14	15	16
N	233	233	233	233	233	233
E	3631	3631	3249	2867	3249	3631
S	199	168	168	168	168	168
O	838	838	750	662	662	662

	4901	4870	4400	3930	4312	4694
	1235	1227	1109	990	1084	1183
						[BTU / h]
						[Kcal/h]

APORTACION TOTAL DEBIDA AL EFECTO DE RADIACION SOLAR

De la tabla resultante de la aportación solar debida a vidrios y ventanas tomamos los valores precedidos de un asterisco (*), mismos que nos indican los valores máximos a cada hora; éstos valores los

APENDICE 2

sumaremos a los obtenidos de la aportación solar debida a muros, y obtenemos lo siguiente:

	11	12	13	14	15	16
V y V	14144	14371	18733	26381	31769	31538
Muros	1235	1227	1109	990	1084	1183
	15379	15598	19842	27371	<u>32853</u>	32721

De esta forma determinamos que utilizando el método tradicional de cálculo el resultado es de una carga térmica total de 32853 [Kcal/h], y este caso se presenta a las 15:00 horas en los meses de Febrero y Octubre.

SECCION 2 RESULTADOS OBTENIDOS POR COMPUTADORA

A continuación se presenta el resultado final obtenido mediante la utilización del programa para computadora propuesto:

HORA	MES	Q _{ven} [Kcal/h]	Q _{mur} [Kcal/h]	Q _{sum} [Kcal/h]
6	JUNIO	506	1274	1780
7	JUNIO	1446	1176	2622
8	NOVIEMBRE	1869	1146	3015
9	NOVIEMBRE	3479	1115	4594
10	DICIEMBRE	5715	1029	6744
11	DICIEMBRE	8141	1140	9281
12	DICIEMBRE	10122	1241	11362
13	DICIEMBRE	12351	1363	13714
14	NOVIEMBRE	16377	1498	17874
15	ENERO	20053	1636	21689
16	FEBRERO	23124	1689	24813
17	MARZO	19985	1756	21742
18	JULIO	8258	1796	10054

CARGA MAXIMA EN FEBRERO A LAS 16 HRS.
CON UN VALOR DE 24813 [Kcal/h]

B I B L I O G R A F I A

AMERICAN Society of Heating, Refrigerating & Air-
Conditioning Engineers INC.
Fundamentals Volume
Ed. ASHRAE
1985

CARRIER, Air Conditioning Company
Handbook of Air Conditioning System Design
Ed. Mc.Graw-Hill
1965

HERNANDEZ Goribar, Eduardo
Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración
Ed. Limusa
1986

AMERICAN Society of Heating, Refrigerating & Air-
Conditioning Engineers INC.
Applications Volume
Ed. ASHRAE
1978

AMERICAN Society of Heating, Refrigerating & Air-
Conditioning Engineers INC.
Equipment Volume
Ed. ASHRAE
1975

INCROPERA, Frank P, & DeWITT, David P.
Fundamentals of Heat & Mass Transfer
Ed. John Wiley & Sons
1985