



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**Balance térmico de las oficinas del PRI,
Kantunilkín, Quintana Roo**

TESIS
Para obtener el grado de
Ingeniería en Sistemas de Energía

PRESENTA
Noé de Jesús Merlín Euan

DIRECTOR DE TESIS
Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta

ASESORES
Dr. José Hernández Rodríguez
Dr. Gliserio Romeli Barbosa Pool



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingeniería

Trabajo de Tesis elaborado bajo supervisión del Comité de Asesoría y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

Ingeniero en Sistemas de Energía

Comité de Tesis

Director:

Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta

Asesor:

Dr. José Hernández Rodríguez

Asesor:

Dr. Romeli Barbosa Pool

Chetumal, Quintana Roo, México, Septiembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Santísima Virgen, por guiarme, brindarme salud, cuidar de mí y bendecirme durante cada día, por darme fortaleza y entusiasmo para culminar este gran anhelo de mi vida, el ser Ingeniero en Sistemas de Energía de la Universidad de Quintana Roo.

A mis padres Irma y Lucio, por su paciencia y por la oportunidad que me brindaron de educarme en esta gran universidad.

A mis hermanos Ulises, Cristian, Emmanuel y Dhamary, en general, a todos mis familiares por su infinito apoyo.

A todos los profesores de la facultad de Ingeniería en Sistemas de Energía de la institución, por sus conocimientos impartidos y amistad brindada a lo largo de mi carrera y formación universitaria.

Un agradecimiento muy especial al Mc. Emmanuel Torres Montalvo por la confianza brindaba, por su amistad, quien de algún modo me orientó y aconsejó a lo largo de mi carrera fungiendo como mi tutor. De igual manera, al Dr. Fernando Flores Murrieta por su acertada dirección y apoyo en el presente trabajo.

A todos mis compañeros de la facultad, por el compañerismo y por todos los momentos compartidos de estudios que sirvieron para llegar a alcanzar la meta que nos trazamos.

DEDICATORIA

A mis padres:

Que con esfuerzo, apoyo y confianza brindada a lo largo de mi corta vida han sido la mayor motivación para alcanzar cada meta propuesta.

A mis hermanos:

Que de igual manera me han apoyado y me alientan a ser una mejor persona y continuar preparándome como mejor ser humano y profesionalista.

A mis abuelos:

Quienes depositaron en mí toda la confianza, y los cuales me inspiraron con sus sabias palabras animosas.

A mis amigos:

Que siempre me brindaron el apoyo necesario para alcanzar este propósito.

Y finalmente a todos aquellos:

Quienes de una u otra forma contribuyeron directa o indirectamente para la obtención de mi objetivo.

Noé Merlín

RESUMEN

La conductividad térmica de los materiales empleados en la construcción de edificaciones es de mucha importancia para un buen diseño térmico en todo edificio, logrando con esto un adecuado confort y un considerable ahorro energético en materia de uso de sistemas de aire acondicionado. Este trabajo presenta un balance térmico de un edificio proyectado con la finalidad de determinar la capacidad de las unidades de aire acondicionado a instalar en el inmueble. Se emplean dos metodologías, una para analizar las ganancias de calor a través de la envolvente y otra para las ganancias de calor en el interior de mismo. Primeramente, se relata los antecedentes de la investigación, es decir, los tratados y acuerdos que han acontecido hasta la actualidad relacionados con el cambio climático y protección del medio ambiente, así como algunas acciones, medidas o iniciativas que se implementan particularmente en México a raíz de dichos acuerdos. Seguidamente, se define lo que son las cargas térmicas y su clasificación, y se describen los métodos más empleados para deducir dichas cargas. Posteriormente, se presenta el marco metodológico, es decir, la base teórica que rige la Secretaría de Energía a través de la NOM-008-ENER-2001 para ganancias externas de calor y la técnica descrita por Miranda para determinar las ganancias internas de calor. Inmediatamente, se establecen las consideraciones requeridas para el procesamiento de datos del balance térmico de las oficinas del PRI en la comunidad de Kantunilkín; con base a lo anterior, se determina la capacidad de las unidades de enfriamiento para los diversos espacios del inmueble y seguidamente, se presenta un marco de propuesta para ahorro energético minimizando las ganancias de calor por conducción a través de la envolvente del edificio. Por último, se manifiestan las conclusiones a las cuales se llegó tras el análisis e implementación del balance térmico a las oficinas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
ALCANCE	3
CAPITULO I Antecedentes	4
1.1 Protocolo de Montreal	5
1.2 Protocolo de Kioto.....	6
1.3 COP 15	6
1.4 COP 16	7
1.5 Medidas e iniciativas en México.....	7
1.5.1 Reciclado de refrigerantes.....	7
1.5.2 Cambia tu viejo por uno nuevo.....	8
1.5.3 Edificios verdes o sustentables.....	8
1.5.4 Azoteas verdes.....	9
1.5.4.1 Ventajas y desventajas de las azoteas verdes.....	10
1.5.5 Lámparas LED.....	11
CAPITULO II Métodos de cálculo de cargas térmicas.....	12
2.1 Métodos más empleados	14
2.1.1 Método de cargas instantáneas.....	15
2.1.2 Método del balance térmico	15
2.1.3 Métodos E20 de Carrier y manual CLTD/CLF	16
2.1.4 Método de las funciones de transferencia	16
CAPITULO III Método del balance térmico.....	17
3.1 Condiciones de proyecto	18
3.1.1 La localidad	18
3.1.2 El edificio.....	18
3.1.3 Parámetros de diseño.....	18
3.1.3.1 Condiciones exteriores de diseño	18
3.1.3.2 Condiciones interiores de diseño.....	18
3.1.4 Consideraciones de la construcción.....	19
3.2 La norma NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”	20
3.2.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado.....	21
3.2.1.1 Ganancia de calor por conducción.....	21
3.2.1.2 Ganancia de calor por radiación	22
3.3 Determinación del coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente.....	23
3.4 Orientación	24

3.5 Cálculo de las cargas térmicas internas.....	25
3.5.1 Cálculo de la carga sensible	25
3.5.1.1 Calor sensible debido al aire de infiltraciones	25
3.5.1.2 Calor sensible generado por las personas que ocupan el local	27
3.5.1.3 Calor sensible generado por la iluminación del local.....	28
3.5.1.4 Calor sensible generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local	28
3.5.1.5 Calor sensible producido por el aire de ventilación.....	29
3.5.2 Cálculo de la carga latente.....	31
3.5.2.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones.....	31
3.5.2.2 Calor latente generado por las personas que ocupan el local.....	32
3.5.2.3 Calor latente producido por el aire de ventilación	32
3.6 Cálculo de las cargas totales.....	33
3.6.1 Carga sensible efectiva parcial y latente efectiva parcial.....	33
3.6.2 Carga sensible efectiva total y latente efectiva total.....	33
CAPITULO IV Cálculo de las cargas térmicas de las oficinas del PRI.....	34
4.1 Datos generales.....	34
4.2 Cálculo de las partidas de calor sensible	35
4.2.1 Calor sensible debido a la conducción y radiación a través de la envolvente	35
4.2.1.1 Ganancia de calor por conducción.....	35
4.2.1.2 Ganancia de calor por radiación	37
4.2.2 Calor sensible debido al aire de infiltraciones	39
4.2.3 Calor sensible generado por las personas que ocuparán el local	39
4.2.4 Calor sensible generado por la iluminación del local	40
4.2.5 Calor sensible generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local.....	41
4.2.6 Calor sensible procedente del aire de ventilación.....	41
4.3 Cálculo de las partidas de calor latente.....	42
4.3.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones.....	42
4.3.2 Calor latente generado por las personas que ocuparán el local	42
4.3.3 Calor latente procedente del aire de ventilación	42
CAPITULO V Resultados y análisis.....	43
5.1 Resultados	43
5.1.1 Ganancias de calor latente	43
5.1.1.1 Ganancia de calor por conducción.....	43
5.1.1.2 Ganancia de calor sensible debido al aire de infiltraciones.....	46
5.1.1.3 Ganancia de calor sensible generado por las personas que ocuparán el local.....	46
5.1.1.4 Ganancia de calor generado por la iluminación del local	46
5.1.1.5 Ganancia de calor generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local.....	47
5.1.1.6 Ganancia de calor sensible procedente del aire de ventilación.....	48
5.1.2 Ganancias de calor latente	48
5.1.2.1 Ganancia de calor latente debido al aire de infiltraciones	48
5.1.2.2 Ganancia de calor latente generado por las personas que ocuparán el local	49
5.1.2.3 Ganancia de calor latente procedente del aire de ventilación	49
5.1.3 Cargas totales	50
5.1.4 Determinación de la capacidad de los equipos o unidades de aire acondicionado o climatización	51
5.2 Análisis.....	51
5.3 Marco propuesta	55

CAPITULO VI Conclusiones y recomendaciones..... 60

BIBLIOGRAFÍA..... 62

APENDICE A 66

APENDICE B 83

APENDICE C 86

ANEXO 1..... 89

ANEXO 2..... 94

ANEXO 3..... 95

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Condiciones interiores recomendadas de acuerdo a las combinaciones de temperatura y humedad relativa.....	19
Tabla 3.2 Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y por puerta.....	27
Tabla 3.3 Calor emitido por las personas en Watts (W).....	28
Tabla 3.4 Aire de ventilación en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales.....	31
Tabla 4.1 Calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente de la Oficina (Planta baja).....	36
Tabla 4.2 Calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente de la Recepción (Planta baja).....	36
Tabla 4.3 Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar (Planta baja).....	36
Tabla 4.4 Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente de la Sala de juntas (Planta alta).....	37
Tabla 4.5 Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar (Planta alta).....	37
Tabla 4.6 Número de personas y puertas consideradas en cada espacio del edificio para el cálculo del aire de infiltraciones.....	39
Tabla 4.7 Calor emitido por las personas “Oficinista actividad moderada”, obtenidos mediante interpolación.....	40
Tabla 4.8 Número de personas consideradas para la ocupación de los espacios del inmueble.....	40
Tabla 4.9 Cantidad y potencia de luminarias destinadas para los espacios del edificio.....	40
Tabla 4.10 Máquinas y/o equipo eléctrico considerado para los distintos espacios de las oficinas del PRI.....	41
Tabla 4.11 Caudal de aire de ventilación considerados para los distintos espacios del inmueble.....	42

Tabla 5.1 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente de la Oficina.....	43
Tabla 5.2 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente de la Recepción.....	44
Tabla 5.3 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar.....	44
Tabla 5.4 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente de la Sala de juntas.....	45
Tabla 5.5 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar.....	45
Tabla 5.6 Cálculo de la ganancia de calor sensible debido al aire de infiltraciones en cada espacio del inmueble.....	46
Tabla 5.7 Cálculo de la ganancia de calor sensible generado por las personas que ocuparán los diversos espacios del edificio.....	46
Tabla 5.8 Cálculo de la ganancia de calor generado por la iluminación en los diversos espacios de las oficinas del PRI.....	46
Tabla 5.9 Cálculo de la ganancia de calor generado por las máquinas y/o equipo eléctrico en el interior de los espacios del inmueble.....	47
Tabla 5.10 Cálculo de la ganancia de calor sensible procedente del aire de ventilación de los diversos espacios del edificio.....	48
Tabla 5.11 Cálculo de la ganancia de calor latente debido al aire de infiltraciones en cada espacio del inmueble.....	48
Tabla 5.12 Cálculo de la ganancia de calor latente generado por las personas que ocuparán los diversos espacios del edificio.....	49
Tabla 5.13 Cálculo de la ganancia de calor latente en los diversos espacios del inmueble procedente del aire de ventilación.....	49
Tabla 5.14 Resumen de ganancias de calor en las diversas áreas de la Planta baja de las oficinas del PRI.....	50
Tabla 5.15 Resumen de ganancias de calor en las diversas áreas de la Planta alta de las Oficinas del PRI.....	50

Tabla 5.16 Dedución de la capacidad de los equipos de climatización para las diversas áreas de las oficinas del PRI.....51

Tabla 5.17 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Impermeabilizante “Aislacreto térmico”56

Tabla 5.18 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Impermeabilizante “IMPAC Sokul”57

Tabla 5.19 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Placa de Poliestireno Extruido.....58

Tabla 5.20 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Placa de Poliestireno Expandido.....59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Ejes principales que rigen la evolución de la climatización.....	4
Figura 1.2. Equipo para el proceso de recuperación de refrigerantes.....	8
Figura 1.3. Edificio con techo o azotea verde.....	9
Figura 1.4. Elementos o capas que componen las azoteas verdes.....	10
Figura 1.5. Lámpara LED.....	11
Figura 2.1 Clasificación de las cargas térmicas.....	14
Figura 2.2 Comparación de la complejidad y precisión de los métodos de cálculo de cargas térmicas más empleados.....	15
Figura 3.1 Construcción del muro o pared de la edificación.....	19
Figura 3.2 Construcción del techo de la edificación.....	20
Figura 3.3 Orientación para las paredes o muros.....	24
Figura 3.4 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del local. UAA, unidad de aire acondicionado, representa el aparato o ventilador que aspira el aire del local, lo enfría y lo vuelve a introducir.....	29
Figura 3.5 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del exterior.....	29
Figura 3.6 Representación esquemática de una instalación que mezcla aire del exterior con el aire del local.....	30
Figura 4.1 Orientación estratégica idónea de inmuebles en México.....	38
Figura 4.2 Proyección de las oficinas del Partido Revolucionario Institucional.....	38

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.....	5
Gráfica 2.1 Porcentaje de consumo de energía eléctrica de los equipos o unidades de aire acondicionado (AA) en los edificios	12
Gráfica 2.2 Porcentaje de consumo eléctrico a nivel nacional en el 2009 en un hogar promedio que cuenta con climatización	13
Gráfica 5.1 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en la Oficina (Planta baja).....	52
Gráfica 5.2 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en la Recepción (Planta baja).....	52
Gráfica 5.3 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en el Espacio sin asignar (Planta baja).....	53
Gráfica 5.4 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en la Sala de juntas (Planta alta).....	54
Gráfica 5.5 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en el Espacio sin asignar (Planta alta).....	54
Gráfica 5.6 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Impermeabilizante Aislacreto térmico.....	56
Gráfica 5.7 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Impermeabilizante IMPAC Sokul.....	57
Gráfica 5.8 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Placa de Poliestireno Extruido.....	58
Gráfica 5.9 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Placa de Poliestireno Extruido.....	59

LISTA DE APÉNDICES

APENDICE A Tablas

Tabla A.1 Valores para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente.

Tabla A.2 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral más allá de los límites de ésta.

Tabla A.3 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral hasta los límites de ésta.

Tabla A.4 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas remetidas.

Tabla A.5 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas con partesoles.

APENDICE B Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (K).

APENDICE C Valores de conductividad térmica de los materiales de construcción.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 Planos de las Oficinas del PRI.

Plano arquitectónico de las oficinas del PRI.

Plano de instalación eléctrica de las oficinas del PRI.

ANEXO 2 Normales climatológicas, Kantunilkín, Quintana Roo.

ANEXO 3 Psicrometría

INTRODUCCIÓN

Es imprescindible reducir la dependencia de nuestra economía del petróleo y los combustibles fósiles. Es una tarea urgente según muchos de los estudiosos del ambiente, porque la amenaza del cambio climático global y otros problemas ambientales son muy serios y porque a medio plazo, no podemos seguir basando nuestra forma de vida en una fuente de energía no renovable que se va agotando.

<< Desde 1980, el consumo de energía en el mundo se ha incrementado 45%. Para el año 2030, se estima que aumentará 70%, y que las economías emergentes eleven su demanda de electricidad 60%, generando así 47% del total de CO₂. Hoy en día, tan sólo en América Latina, los países México y Brasil son responsables del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Uno de los principales medios para alcanzar el objetivo de la emisión de 50 a 85% menos de CO₂ para el año 2030, es reducir el consumo de energía en los edificios, ya que estos consumen cerca de 40% de la misma, contribuyen con 30% de los residuos que van a los vertederos, consumen 30% de las materias primas y 25% del agua.

“En edificios con sistemas de aire acondicionado y climatización, más de 80% de la energía utilizada se destina a equipos, y de ellos, la mayor parte corresponde al funcionamiento de compresores.” [20]

La eficiencia energética en este segmento no ha sido debidamente atendida, simplemente con soluciones de control de aire acondicionado se pueden generar ahorros de hasta 40% de la energía consumida. >> [2]

México, con la finalidad de preservar y hacer uso racional de los recursos energéticos, elaboró bajo la coordinación del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) con el apoyo del Instituto de Investigaciones Eléctricas y con la colaboración de diferentes organismos y empresas, la Norma Oficial Mexicana **NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”**, la cual tiene como objetivo limitar las ganancias de calor en las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de energía eléctrica en los sistemas de enfriamiento.

JUSTIFICACIÓN

El balance térmico aplicado a un edificio proyectado o bien, ya existente, es de suma importancia hoy en día, ya que ayuda para el diseño térmico de las edificaciones y mediante este método, se consigue el confort de los ocupantes con el mínimo consumo de energía eléctrica. Es decir, mediante el balance térmico se reduce considerablemente el costo de operación de los equipos de enfriamiento.

La presente tesis realiza el cálculo de balance térmico de una edificación proyectada, empleando como métodos los descritos por la Secretaría de Energía en la norma NOM-008-ENER-2001 para las ganancias externas de calor del edificio, y el detallado por Miranda para las ganancias de calor internas del mismo.

Con ayuda de estos métodos se puede determinar de forma práctica el o los equipos de enfriamiento para gozar de un confort térmico en el inmueble, y por consiguiente, como se mencionó anteriormente, otro factor importante como lo es el costo de operación del sistema de enfriamiento; es así una manera de efectuar el ahorro de energía.

Como bien se sabe, hoy en día se ha tenido la necesidad de cimentar espacios públicos que ofrezcan un confort en su interior; sin embargo, un requerimiento indispensable para esto, es la reducción de las infiltraciones de los rayos solares infrarrojos y ultravioleta que penetran por el techo, muros y vidrios de la construcción, ya que aumentan la temperatura interior del espacio.

Es por esto que se vuelve necesario implementar las metodologías para el balance térmico, pues de esta forma, lo que se pretende con esto es conocer de antemano las unidades de enfriamiento que harán de un espacio un sitio confortable térmicamente.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar las ganancias de calor mediante un balance térmico de las oficinas del Partido Revolucionario Institucional (PRI) de la comunidad de Kantunilkín, para proponer estrategias de ahorro energético.

Objetivos específicos

- Comparar la ganancia de calor a través de la envolvente en el edificio de las oficinas del PRI implementando la metodología que describe la Secretaría de Energía en la NOM-008-ENER-01 y mediante la metodología convencional de ganancia de calor internas, para determinar el dimensionamiento adecuado de los equipos de aire acondicionado a proponer.
- Determinar el porcentaje de reducción de cargas térmicas que se pueden obtener mediante la implementación de propuestas para la envolvente de la edificación para la disminución del consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado.

ALCANCE

Determinar la capacidad de los equipos de aire acondicionado mediante la implementación de las metodologías mencionadas anteriormente y elaboración de una propuesta que permita reducir el consumo de energía eléctrica en la edificación propuesta.

CAPITULO I

Antecedentes

El acondicionamiento de aire o climatización tiene como función principal la generación y el mantenimiento de un adecuado nivel de confort para los ocupantes para el desarrollo de un proceso o actividad en un ambiente cerrado.

<< La búsqueda de la comodidad térmica es tan antigua, probablemente como la raza humana. El fuego se empleó para calentarse por lo menos hace 100,000 años y quizás incluso antes. Pero, ¿qué ocurre con el frío y el confort?, sus inicios no son claros. Hasta el siglo XIX no hubo refrigeración mecánica, cualquier intento de enfriar artificialmente debía usar el hielo, la nieve, agua fría o el enfriamiento evaporativo. Una de las primeras citas está en la biblia, donde se menciona: “*La frialdad de la nieve en el calor de la siembra*”.

No obstante, el desarrollo de la electrónica en la actualidad, ha supuesto una mejora y ha sido muy importante en el control de los sistemas de refrigeración.

La climatización ha tenido una influencia significativa en los hogares y en las ciudades. Como la mayoría de las tecnologías modernas, cuenta con apoyos y detractores. El aire acondicionado forma parte de muchos países actualmente.

En contraparte, hay que tener en cuenta los tres ejes principales que rigen la evolución de la climatización, según Rey, F.J. & Velasco, E. (2006) [1]: la calidad del aire interior, consumo energético e impacto medioambiental (ver Figura 1.1). >> [1]

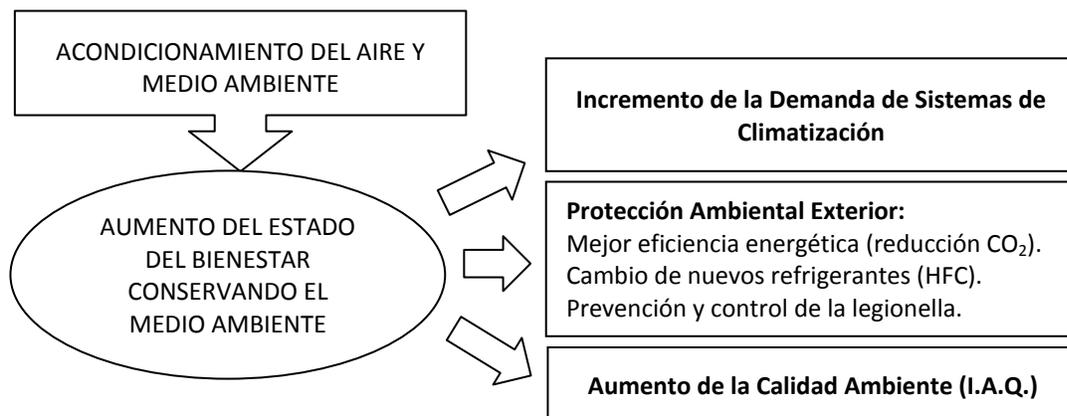
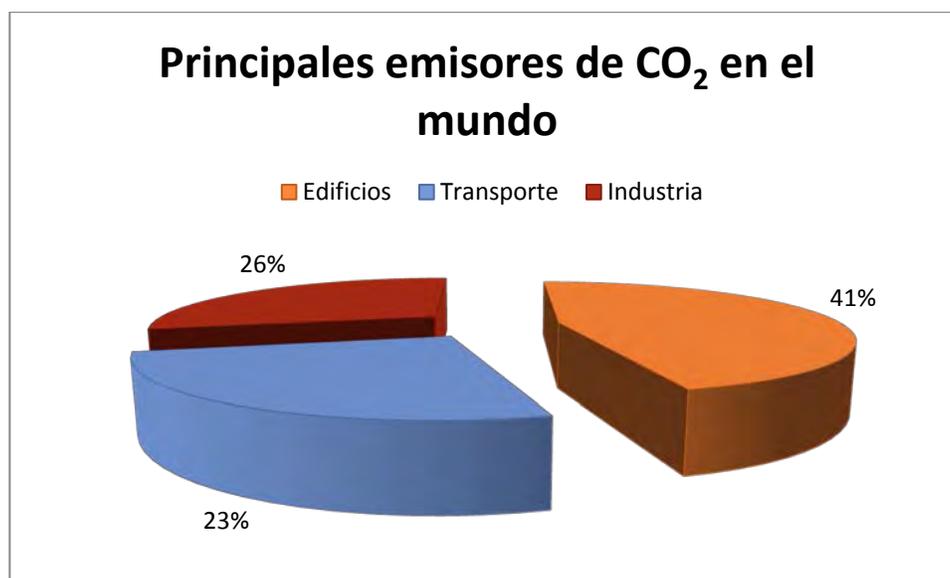


Figura 1.1 Ejes principales que rigen la evolución de la climatización.

Fuente: Rey, F.J. & Velasco, E. (2006) [1].

Dichos detractores se oponen porque debido a la climatización, los edificios son los principales emisores de CO₂ en el mundo, generan 41% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, seguidos del transporte con 23% y la industria con un 26%, según López , D.A. (2010, Octubre) [2], como se puede observar en la Gráfica 1.1.



Gráfica 1.1 Porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.

Fuente: Elaboración propia con datos de López, D.A. (2010, Octubre) [2].

Ante la excesiva emisión de gases de efecto invernadero y CO₂ por las diversas naciones, se han tomado acciones para minimizar dichas emisiones. A continuación, se presenta los tratados más importantes que han acontecido hasta la actualidad.

1.1 Protocolo de Montreal

<< En Marzo de 1985, el Congreso de Viena (Austria) dio lugar al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono con el firme propósito de cooperar en actividades de investigación, intercambio de información y transferencia de tecnología que permitieran contender con el problema.

Este acuerdo internacional es considerado uno de los más exitosos en la historia, ya que gracias a las acciones entre los países firmantes, poco a poco el daño a la capa de ozono es menor.

El objetivo de este tratado fue frenar el daño de la capa estratosférica de ozono a través de la reducción paulatina y eliminación de ciertas sustancias que son causa de su

agotamiento (principalmente los Clorofluorocarbonos (CFCs), Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), Bromofluorocarbonos, el Tetracloruro de Carbono (CCl₄) y el Tricloroetano (CH₃CCl₃)). >> [3]

1.2 Protocolo de Kioto

<< En 1992, durante la Cumbre Mundial de Desarrollo Sustentable celebrada en Río de Janeiro (Brasil), nació la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

La Convención divide a los países que denomina "Partes" en dos grandes grupos: Partes "Anexo I" y Partes "No Anexo I". La Parte "Anexo I" se refiere a países industrializados, muchos de ellos incluidos como miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), más los estados de Europa Central y del Este.

La Conferencia de las Partes, llamada comúnmente COPs, constituye el cuerpo supremo de la Convención sobre Cambio Climático. Este cuerpo sesiona una vez al año para revisar los progresos de la Convención, la experiencia ganada en su implementación y el estado del conocimiento científico logrado.

El Protocolo de Kioto fue adoptado en diciembre de 1997 en la Tercera Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en el que las Partes "Anexo I" acordaron el compromiso de reducir las emisiones totales de los gases de efecto invernadero (GEI) en al menos un 5% por debajo de los niveles de 1990 entre el período 2008-2012.

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005, ya que cumplió con la condición de ser ratificado por 55 Partes en la Convención, entre los que se encuentran países desarrollados cuyas emisiones combinadas de CO₂ superan el 55% del total de ese grupo. Estados Unidos (que genera el 36% del total de los países desarrollados) no lo ratificó. >> [4]

1.3 COP 15

<< En diciembre de 2009 se llevó a cabo la XV Conferencia Internacional sobre Cambio Climático, también conocida como COP 15 o Convención de Copenhague (Dinamarca).

Los objetivos preliminares enfocados principalmente a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) se concretaron a la reducción de emisiones de CO₂ en al menos 50% para 2050 con respecto a los niveles generados en 1990. Para lograrlo, las naciones

industrializadas deberían reducir sus emisiones de gases efecto invernadero entre 25 y 40% respecto a los niveles de 1990 para 2020, y alcanzar una reducción entre 80% y 95% para 2050.

Estados Unidos se comprometió a reducir sus emisiones en 80% para 2050 y a apoyar el desarrollo de fuentes renovables de energía. Este fue el mayor acontecimiento que se dio durante el COP 15, ya que E.U. y China son los países que emiten mayor cantidad de GEI (más de 40% del total de emisiones), por lo que parte importante de las naciones se dirigió a las acciones que deberían tomar ambos países. >> [5]

1.4 COP 16

<< A finales de 2010, en Cancún (México), participaron los países en la Cumbre Climática de las Naciones Unidas y lograron llegar a un acuerdo general para fijar las bases de un régimen global del clima, pese a la oposición de un solo país: Bolivia.

En esta sesión, 193 de las 194 Partes estuvieron de acuerdo con los "Acuerdos en Cancún para una nueva era de cooperación internacional en el cambio climático".

El texto recoge la exigencia de mejorar los compromisos de reducción necesarios para estabilizar la temperatura del planeta, en comparación a las promesas hechas por los países. >> [6]

1.5 Medidas e iniciativas en México

Con base a lo anterior, actualmente se toman medidas para contrarrestar los daños a la capa de ozono y/o contaminación ambiental. A continuación, se mencionan algunas de las acciones, medidas o iniciativas que se implementan en México:

1.5.1 Reciclado de refrigerantes

Hoy en día, la refrigeración es necesaria para la vida cotidiana para la conserva de alimentos y climatizar espacios; sin embargo, algunos de los elementos del proceso resultan nocivos para nuestro planeta [7], esto es debido a que algunos refrigerantes dañan al medio ambiente y afectan principalmente a la capa de ozono. Por eso, en Tezoyuca, Estado de México, se puso en funcionamiento el Centro de Recuperación y Reciclado de gases Refrigerantes "EcoFrigo" (Figura 1.2) con el propósito de evitar la liberación indiscriminada de los refrigerantes y así puedan recuperarse, reciclarse y regenerarse. [8]



Figura 1.2. Equipo para el proceso de recuperación de refrigerantes.

Fuente: Lozano, D. (2010, Septiembre) [8].

1.5.2 Cambia tu viejo por uno nuevo

<< Otra medida que se ha implementado es mediante el programa federal **Cambia tu Viejo por uno Nuevo** a cargo de la Secretaría de Energía (SENER) y el Fideicomiso para el ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), en el que “hasta septiembre de 2010, se habían sustituido casi 600 mil equipos, recuperando así 40 toneladas de gases refrigerantes, lo que equivale a dejar de emitir 201 mil toneladas de dióxido de carbono (CO₂)”, reveló el secretario de la Semarnat Elvira, J.

La meta de este programa es destruir 5'000,000 de refrigeradores ineficientes, lo que equivale a recuperar 1,400 toneladas de refrigerante. >> [8]

1.5.3 Edificios verdes o sustentables

<< Consiste en la renovación, operación, mantenimiento o creación de modelos de construcciones más saludables y eficientes en el uso de recursos. Aunque el costo inicial es ligeramente más elevado, el diseño, operación y mejoras de la construcción verde generan ahorros a través de la reducción de uso de recursos y aumento productivo.

Los principios fundamentales considerados en la planeación de un edificio verde son:

1. Selección del sitio de construcción adecuado: ubicación, orientación, contexto y energía a utilizar.
2. Usar productos ambientales que minimicen el impacto al medio, no contribuyan al calentamiento global y no utilicen recursos escasos, así como aquellos con mínimo efecto en la salud de las personas.

3. Optimice el uso de energía. Es esencial incrementar la eficiencia energética, reducir la carga calórica y utilizar más fuentes de energía renovable.
4. Mejora en la calidad del aire interior. Un edificio que minimice la iluminación artificial, cuente con una ventilación correcta y tenga un control adecuado de humedad, logrará un impacto significativo en la salud, comodidad y productividad de sus ocupantes.
5. Ahorro de agua. Un edificio sustentable debe: consumir agua de manera eficiente, reutilizarla, reciclarla; así como reducir, tratar y controlar su cauce al drenaje. >> [9]

1.5.4 Azoteas verdes

<< El origen de las azoteas verdes está en la necesidad de ayudar al medio ambiente ante la pérdida de áreas verdes, en búsqueda de reforestación urbana, estética y generar altos beneficios ambientales como ahorro energético (con esta tecnología se consiguen ahorros en energía y reducción del uso de aire acondicionado hasta de 40% [11]).

Hasta el momento sólo personas o empresas con recursos se interesan en las azoteas verdes, porque el costo inicial resulta costoso. A continuación, la Figura 1.3 muestra un ejemplo de azotea verde.



Figura 1.3. Edificio con techo o azotea verde.

Fuente: Texas University (2008, Diciembre) [12].

1.5.4.1 Ventajas y desventajas de las azoteas verdes

Ventajas

- Es un aislante térmico que se traduce en ahorros de energía.
- Es un aislante acústico que disminuye decibeles del ruido en el interior del inmueble.
- Consume dióxido de carbono, uno de los principales gases de efecto invernadero.
- Aprovechamiento del agua pluvial y luz solar, contribuyendo a restaurar el ciclo del agua.

Desventajas

- Estándares estructurales exigentes.
- Edificios no aptos para la adaptación de una azotea debido a la carga del peso del suelo y la vegetación.
- Costo del sistema e instalación de capas (Ver Figura 1.4). >>[10]

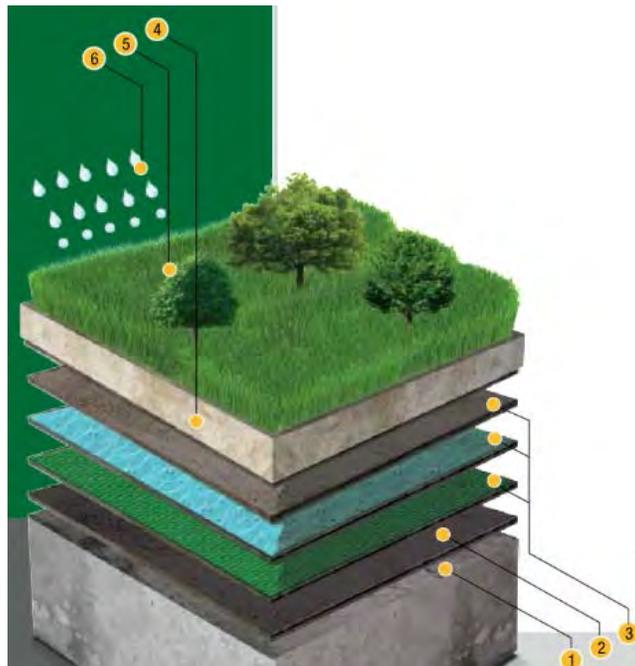


Figura 1.4. Elementos o capas que componen las azoteas verdes. Siendo 1: Losa de concreto; 2: Impermeabilizante; 3: Sistema de canales; 4: sustrato mineral y vegetal; 5: Paleta vegetal; 6: Agua pluvial.

Fuente: Malpica, C. (2010, Agosto) [10].

1.5.5 Lámparas LED

Debido a que en algunos lugares como los hoteles en donde las cargas que demandan mayor energía eléctrica se encuentran definidas principalmente por iluminación y aire acondicionado [13], actualmente, una de las tecnologías más utilizadas en la implementación de nuevos sistemas y que ha revolucionado el mercado de la iluminación, es la de los LEDs (Figura 1.5).

La eficiencia de la luz de los LEDs evita la producción de calor que normalmente merma la eficiencia de los refrigeradores, asimismo, se puede ahorrar hasta dos veces más de energía. [14]



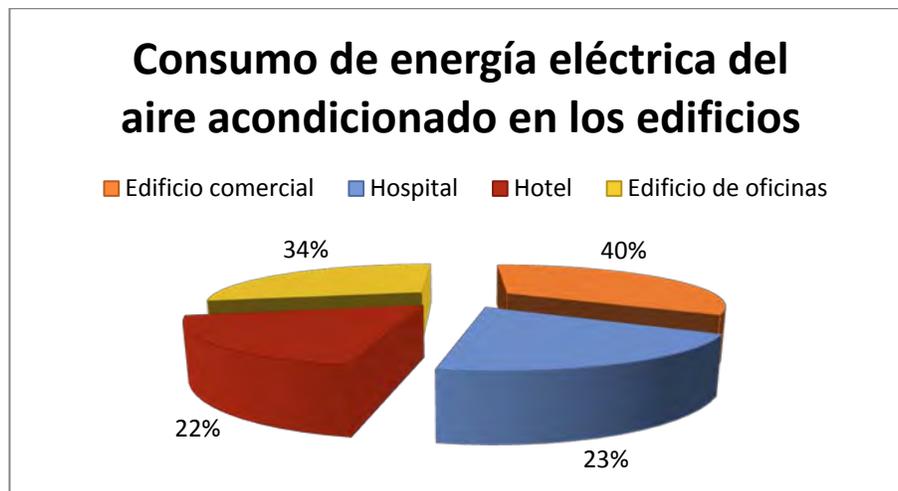
Figura 1.5. Lámpara LED.
Fuente: Roque, C. (2013, Abril) [15].

CAPITULO II

Métodos de cálculo de cargas térmicas

Utilizar aire acondicionado en muchos ambientes significa comodidad y mayor confort del que podría tenerse a temperatura ambiente. En grandes espacios, la climatización es sinónimo de funcionalidad [21], ya que la combinación adecuada de temperatura y humedad en diferentes ambientes promueve o limita la capacidad productiva de las personas además de que puede influir en su estado de ánimo [22].

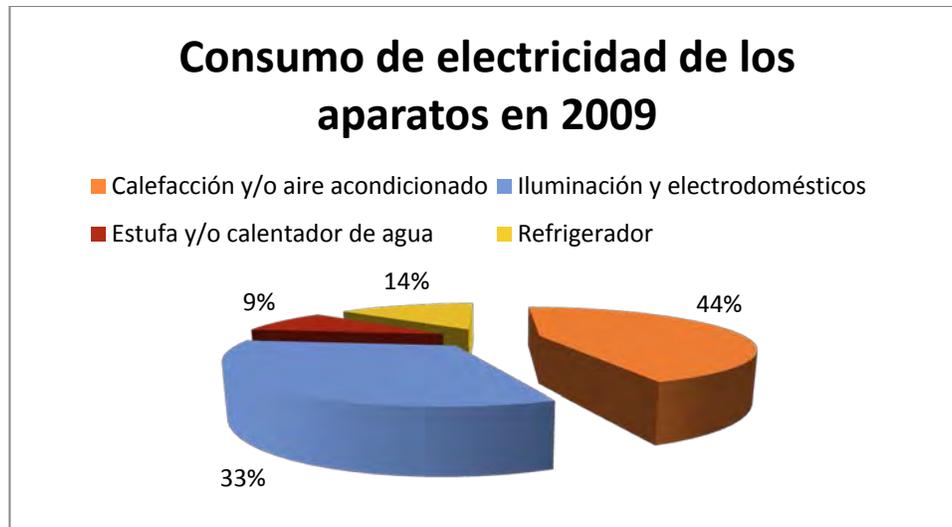
En contraparte, cabe señalar que en los edificios el aire acondicionado es uno de los elementos que más energía consumen. En un edificio comercial representa 40% del consumo de energía, en un hospital 23%, en un hotel 22% y en un edificio de oficinas 34%, según López, D. (2010, Octubre) [2] (Gráfica 2.1).



Gráfica 2.1 Porcentaje de consumo de energía eléctrica de los equipos o unidades de aire acondicionado (AA) en los edificios.

Fuente: Elaboración propia con datos de López, D. (2010, Octubre) [2].

En México, el consumo eléctrico del aire acondicionado en el año 2009 en las residencias representó el 44% del consumo global, tal y como se puede observar en la Gráfica 2.2.



Gráfica 2.2 Porcentaje de consumo eléctrico a nivel nacional en el 2009 en un hogar promedio que cuenta con climatización.

Fuente: Elaboración propia con datos de Arce, R. (2009, Octubre) [30].

Debido al incremento de la demanda por el empleo de sistemas de climatización, en los últimos años se ha buscado y optimizado diferentes estrategias para ahorrar energía. El sector referente a los edificios no está exento a esta demanda, debido especialmente a su alto consumo energético. Es por esa razón que la climatización es una tarea que conjunta conocimientos de arquitectura, ingeniería y diseño, para brindar el máximo confort y estética a los usuarios [23], misma razón por la que los expertos en aire acondicionado, ventilación y calefacción aplican técnicas de climatización para obtener condiciones confortables, pero para esto es primordial saber cómo crearlas [24].

Para acondicionar un local, de una forma u otra, hay que extraer el calor. Por ello es importante llevar a cabo el cálculo de la **carga térmica**.

El cálculo de las **cargas térmicas** permite determinar la cantidad de energía que en forma de calor o frío hay que suministrar a un local mediante un sistema de calefacción o refrigeración para mantener las condiciones térmicas de diseño (temperatura y humedad). [16]

En climatización, puede entenderse por **carga térmica** toda perturbación capaz de alterar el contenido de energía de los espacios que se pretende climatizar. Las perturbaciones tienen su origen en las condiciones climatológicas del espacio externo que rodea a los recintos o en las fuentes de energía localizadas en el interior de los propios espacios.

Si tales perturbaciones alteran la temperatura de los locales se denominan **cargas sensibles**; si hace variar el contenido de vapor de agua, que a su vez modifica el contenido energético del volumen de control, la carga recibe la denominación de **latente**. A continuación, la Figura 2.1 muestra la clasificación de las cargas térmicas. [1]

Carga Térmica:			
Se clasifican en exteriores o interiores			
	Tipo:	Sensible	Latente
Carga exterior			
Transmisión de calor a través de cerramientos opacos (paredes, techos,...)		X	
Transmisión de calor a través de cerramientos semitransparentes (ventanas)		X	
Carga por ventilación		X	X
Carga por infiltración		X	X
Carga interior			
Ocupantes		X	X
Iluminación		X	
Máquinas, motores y otros		X	
Propia instalación		X	

Figura 2.1 Clasificación de las cargas térmicas.

Fuente: Rey, F.J. & Velasco, E. (2006) [1].

2.1 Métodos más empleados

<< Se han desarrollado varios métodos de cálculo de cargas térmicas. En la Figura 2.2 se muestran cinco de los métodos más empleados tradicionalmente, comparando la complejidad y precisión de cada uno. Como es de esperar, se obtiene más precisión cuando el método es más complicado.

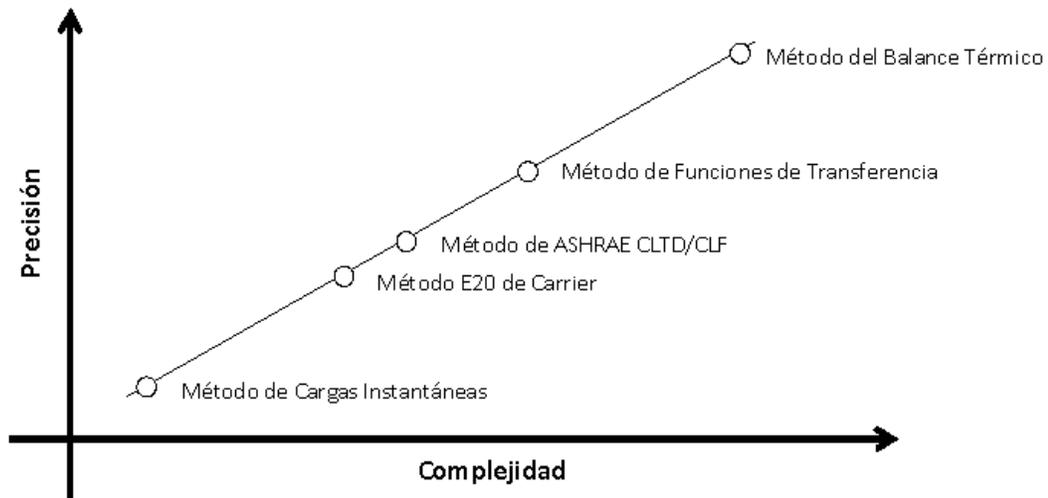


Figura 2.2 Comparación de la complejidad y precisión de los métodos de cálculo de cargas térmicas más empleados.

Fuente: Rey, F.J. & Velasco, E. (2006) [1].

2.1.1 Método de cargas instantáneas

Fue uno de los primeros en emplearse y el más sencillo. Asume que todas las ganancias o pérdidas de calor se convierten instantáneamente en carga térmica.

En este método, cualquier calor ganado por el local debe ser retirado instantáneamente para que no cambien las condiciones interiores. Dicho de otro modo, no hay almacenamiento de calor.

De este modo, la carga debida a la transmisión de calor por muros y techo se evalúa fácilmente como el calor generado o perdido mediante la ecuación $Q = K \cdot A \cdot \Delta T$, donde K es el coeficiente global de transmisión de calor, A el área expuesta a esa transmisión y ΔT la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior.

2.1.2 Método del balance térmico

Contrariamente al método de cargas instantáneas en cuanto a precisión y complejidad, en este método se tienen en cuenta los tres mecanismos de transmisión de calor (conducción, convección y radiación), así como la acumulación de calor.

Para todas las superficies y volúmenes que incluye el local se plantea un balance de energía con las leyes fundamentales de la transmisión de calor. Las ecuaciones que resultan se resuelven simultáneamente, ya que en general están acopladas.

La desventaja de este método son los exhaustivos cálculos que sólo pueden ser resueltos por computadoras. Además, es necesaria información de todos los materiales que aparecen o componen el edificio, lo que alarga la labor de introducción de datos.

En este método, también se toman en cuenta el calor por iluminación, personas, equipos y máquinas.

2.1.3 Métodos E20 de Carrier y manual CLTD/CLF

Son métodos distintos pero conceptualmente similares. En ambos se emplean tablas de factores de carga pre-calculados para unas condiciones estándar o de referencia. En ellas se tiene en consideración la temperatura exterior y radiación solar propias de un día del mes de Julio en una localidad a 40° de latitud norte.

Con estos datos se obtiene una carga térmica que luego hay que corregir (en vez de calcular de nuevo) mediante tablas con la temperatura exterior, latitud y características constructivas propias del diseño. Pero las correcciones son a menudo imprecisas, porque no se tienen en cuenta todas las situaciones específicas (por ejemplo, sólo se pueden considerar regímenes de funcionamiento de los equipos de 12, 16 o 24 horas y no casos intermedios). Esto conduce a resultados a menudo poco precisos.

2.1.4 Método de las funciones de transferencia

A diferencia de los dos anteriores, éste tiene un mayor nivel de precisión y es más flexible debido a que no se calculan cargas en condiciones de referencia, sino que se calculan como resultado de secuencias concretas de aportaciones de calor para cada aplicación específica.

El método se desarrolla a partir del Balance Térmico y persisten muchos conceptos de él. >> [1]

CAPITULO III

Método del balance térmico

Siendo el primer objetivo de una instalación de climatización el mantenimiento de unas condiciones termohigrométricas en un espacio, es evidente que la potencia a instalar va a depender de las acciones internas o externas, que tienden a desplazar las condiciones interiores de sus valores deseados. Estas condiciones serán en general pérdidas del sistema en invierno y ganancias en verano.

Se considera que las pérdidas térmicas en invierno se convertirán en cargas térmicas a compensar por la instalación. Sin embargo, las ganancias en verano no se pueden suponer exactamente iguales a las cargas térmicas para la instalación. La principal razón es que parte de las ganancias térmicas por radiación son absorbidas y almacenadas en el local (paredes, suelos, mobiliario, etc.), aumentando gradualmente la temperatura de los materiales hasta que se conviertan en cargas térmicas para la instalación, ya que sus valores pueden diferir. >> [17]

En este capítulo se desglosarán las cargas térmicas en cargas sensibles y latentes. Siendo las cargas sensibles las responsables de desplazamientos de la temperatura seca del local y las cargas latentes las responsables de la modificación de la humedad específica del aire a la temperatura seca del local.

La estimación de las cargas térmicas nos permitirá seleccionar los elementos terminales en cada local (unidades o equipos de aire acondicionado o climatización).

La razón por la cual se implementará el **método del balance térmico**, es porque como se mencionó anteriormente en el Capítulo II, es el método más exacto. Además, existe una norma mexicana que rige los lineamientos de esta metodología, misma que se presentará más adelante.

3.1 Condiciones de proyecto

Para calcular la carga térmica, es preciso determinar lo que se denomina **condiciones de proyecto** y que dependen del lugar donde radica el local. [25]

Se denominan **condiciones de proyecto** las que se toman como fijas y constantes a lo largo del mismo. Evidentemente, el proyecto de climatización se aplica a un local situado en un lugar geográfico determinado; así, en primer lugar, se tendrá:

3.1.1 La localidad

El lugar geográfico (la localidad) tiene ciertas condiciones de temperatura y humedad:

- Temperatura exterior de proyecto, que es el valor medio de las temperaturas máximas.
- Humedad relativa exterior de proyecto, que es el valor medio de las humedades relativas máximas.

3.1.2 El edificio

El lugar o localización exacta del inmueble de estudio, es decir, la dirección del edificio proyectado o cimentado a analizar.

3.1.3 Parámetros de diseño

<< Para calcular la carga térmica, es necesario determinar las condiciones de diseño del local que se desea enfriar. Estas se clasifican en:

- Condiciones exteriores de diseño.
- Condiciones interiores de diseño. >> [25]

3.1.3.1 Condiciones exteriores de diseño

Las temperaturas de diseño exterior varían de acuerdo a la ubicación y orientación del muro, techo, puerta o ventana según la nomenclatura de acuerdo a la Tabla A.1 del Apéndice A.

3.1.3.2 Condiciones interiores de diseño

Para mantener las condiciones de confort en el interior del local deben fijarse determinados valores de temperatura y humedad relativa. En general, se considera un

ambiente confortable cuando la temperatura es de 25 °C y la humedad relativa de 50% [26]. La Tabla 3.1 muestra las condiciones interiores recomendadas.

Tabla 3.1 Condiciones interiores recomendadas de acuerdo a las combinaciones de temperatura y humedad relativa.

Condiciones		Situación
Temperatura seca (°C)	Humedad relativa (%)	
20	60	Fuera de la zona de confort: Frío
25	50	Zona de confort
30	40	Fuera de la zona de confort: Caluroso

Fuente: Miranda, A.L. (2008) [26].

3.1.4 Consideraciones de la construcción

Para el cálculo del balance térmico es importante definir cuáles son los materiales que componen la superficie de ganancia de calor. Los materiales utilizados en los sistemas constructivos deben de poseer las mejores condiciones de diseño, de manera que se minimicen dicha ganancia.

Para la construcción de un muro o pared/murete, será la presentada en la Figura 3.1, compuesta por las siguientes capas: **mortero, block/tablaroca, mortero**; cabe mencionar que los materiales mostrados son los usuales aplicados en la región de la Península de Yucatán.

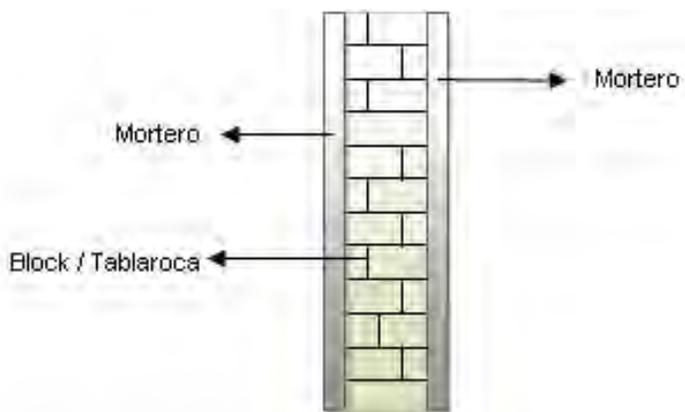


Figura 3.1 Representación constructiva del muro o pared de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 3.2 presenta la construcción del techo de un inmueble, el cual está compuesto por las siguientes capas: **calcreto, concreto armado, vigueta y bovedilla, mortero**.

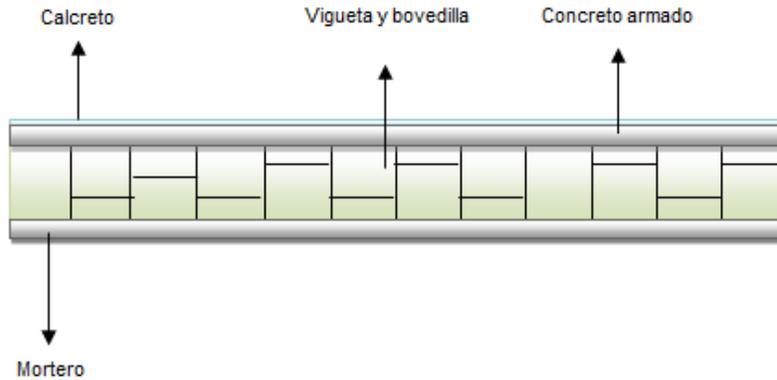


Figura 3.2 Representación constructiva del techo de la edificación.

Fuente: Elaboración propia.

El *mortero* es la capa constructiva que en la zona es comúnmente llamada como *revoco*, el cual está compuesto por *cemento-polvo*; el *calcreto* es utilizado para evitar que el agua filtre en el techo de las construcciones el cual se compone de *cemento-cal-polvo*; el *concreto armado* está compuesto de *cemento-polvo-grava*.

3.2 La norma NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”

Esta norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de marzo de 2001 y entró en vigor en agosto del mismo año. Representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

La norma sólo se limita a la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, entendiendo por envolvente: techo, paredes, vanos, pisos y superficies inferiores que conforman el espacio interior de un edificio. Las demás cargas térmicas como: alumbrado, personas, equipo eléctrico, infiltración, etc., se realizan mediante otros métodos.

Esta norma aplica a todos los edificios nuevos y las aplicaciones de edificios existentes. Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial o habitacional.

3.2.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, se determina de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001 como la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps} \quad (3.1)$$

en donde:

ϕ_p : es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, en W.

ϕ_{pc} : es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W.

ϕ_{ps} : es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W.

3.2.1.1 Ganancia de calor por conducción

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación, y utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci} \quad (3.2)$$

en donde:

i : son las diferentes orientaciones. 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste y 6 es superficie inferior.

Es importante mencionar, que cualquier porción de la envolvente con colindancia con la tierra se considera que tiene una ganancia de calor de cero. Sin embargo, si el edificio proyectado tiene ganancia de calor a través del piso, éste debe considerarse como una superficie inferior, y su ganancia de calor debe sumarse a la del resto de la envolvente. Un ejemplo típico es un edificio cuyo estacionamiento ocupa los primeros pisos.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)] \quad (3.3)$$

en donde:

ϕ_{pci} : es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , en W.

j : son las diferentes porciones que conforman la parte de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor.

K_j : es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado según el Apéndice B, en W/m² K.

A_{ij} : es el Área de la porción j con orientación i , en m².

t_{ei} : es el valor de la temperatura equivalente promedio para la orientación i , determinada según la Tabla A.1 del Apéndice A, en °C.

t : es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a 25°C.

Nota: este valor de temperatura interior de 25°C, es sólo una referencia para el cálculo de la ganancia de calor (presupuesto energético).

3.2.1.2 Ganancia de calor por radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi} \quad (3.4)$$

en donde:

i : son las diferentes orientaciones. 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}] \quad (3.5)$$

en donde:

ϕ_{psi} : es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W.

j : son las diferentes porciones transparentes que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de corrección por sombreado exterior.

A_{ij} : es el área de la porción transparente j con orientación i , en m^2 .

CS_j : es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno.

FG_i : es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla A.1 del Apéndice A, en W/m^2 .

SE_{ij} : es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las Tablas A.2, A.3, A.4 y A.5 según corresponda, localizadas en el Apéndice A, con valor adimensional entre cero y uno.

3.3 Determinación del coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente

Los valores del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente proyectada, se determinarán de acuerdo al método de cálculo establecido en el Apéndice B.

3.4 Orientación

Debido a que la ganancia de calor a través de las paredes varía con la orientación, se establecen las siguientes convenciones (ver Figura 3.3):

Norte: cuyo plano normal está orientado desde 45° al oeste y menos de 45° al este del norte verdadero.

Este: cuyo plano normal está orientado desde 45° al norte y menos de 45° al sur del este verdadero.

Sur: cuyo plano normal está orientado desde 45° al este y menos de 45° al oeste del sur verdadero.

Oeste: cuyo plano normal está orientado desde 45° al sur y menos de 45° al norte del oeste verdadero.

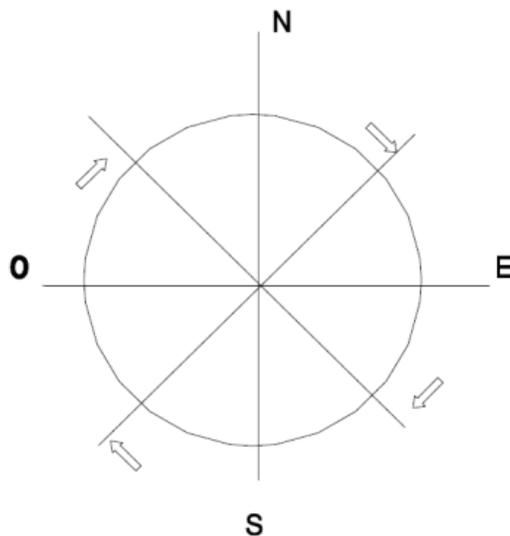


Figura 3.3 Orientación para las paredes o muros.

Fuente: Secretaría de Energía (2001) [18].

3.5 Cálculo de las cargas térmicas internas

En virtud de que la NOM-008-ENER-2001 está limitada únicamente al cálculo de las ganancias de calor a través de la envolvente, para determinar estas cargas se aplicará la metodología descrita por Miranda, A.L. (2004). [19]

Aquí se toman en cuenta todas aquellas que se generan dentro de la edificación sin considerar la envolvente.

Tanto la carga sensible como la latente se deben a distintos conceptos, que deben calcularse separadamente, estos conceptos diferentes (llamados también “partidas”) son los siguientes:

Carga sensible

- Calor sensible debido al aire de infiltraciones.
- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local.
- Calor sensible generado por la iluminación del local.
- Calor sensible generado por máquinas en el interior del local.
- Calor sensible debido a la ventilación del local.

Carga latente

- Calor latente debido al aire de infiltraciones.
- Calor latente generado por las personas que ocupan el local.
- Calor latente debido a la ventilación del local.

3.5.1 Cálculo de la carga sensible

Las partidas que la integran se calculan de la manera siguiente:

3.5.1.1 Calor sensible debido al aire de infiltraciones

El local que se acondiciona debe estar exento de entradas de aire caliente del exterior. Sin embargo, cuando se abren las puertas o ventanas, o bien a través de las fisuras, es inevitable que algo de aire exterior entre en el local.

Para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas puede utilizarse la Tabla 3.2, teniendo entendido que el dato obtenido en esta tabla es por puerta y por persona.

Una vez calculado el valor del caudal total de infiltraciones, \dot{V}_i , que es igual a:

$$\dot{V}_i = \text{Valor de la Tabla 3.2} \times \text{número de personas} \times \text{número de puertas} \quad (3.6)$$

Aplicamos la fórmula:

$$\dot{Q}_{SI} = 0.34\dot{V}_i\Delta T \quad (3.7)$$

Siendo:

\dot{V}_i : Volumen de infiltración en m³/h.

ΔT : Salto térmico en °C.

\dot{Q}_{SI} : Calor sensible debido a las infiltraciones; viene dado en W.

En el SI, la fórmula sería:

$$\dot{Q}_{SI} = \dot{m}_i C_{pm} \Delta T = \rho \dot{V}_i C_{pm} \Delta T \quad (3.8)$$

Siendo:

\dot{m}_i : El caudal másico.

C_{pm} : El calor específico del aire.

\dot{V}_i : El caudal volumétrico.

ρ : La densidad del aire.

Aceptando valores medios:

$$\dot{Q}_{SI} = 1.2 \times \frac{\dot{V}_i}{3600} \times 1.025\Delta T \cong 0.34\dot{V}_i\Delta T \quad (3.9)$$

que es la fórmula anterior, con \dot{V}_i en m³/h. El C_{pm} del aire es 1.025 J/kg K.

Tabla 3.2 Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m³/h), por persona y por puerta.

Tipo de local	Volumen V_i en m ³ /h por persona y puerta	
	Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Bancos	13.5	10.2
Peluquerías	8.5	6.5
Bares	12	9
Estancos	51	38
Pequeños comercios	13.6	10.2
Tienda de confecciones	4.3	3.2
Farmacias	11.9	9
Habitación hospital	6	4.4
Sala de té	8.5	6.5
Restaurantes	4.3	3.2
Comercio en general	6	4.4

Fuente: Miranda, A.L. (2008) [26].

3.5.1.2 Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

Las personas que ocupan el recinto generan calor sensible y calor latente debido a la actividad que realizan, y a que su temperatura (aproximadamente 37°C) es mayor que la que debe mantenerse en el local (25°C). Cuando se habla de las personas que ocupan el local, se hace referencia al número medio de personas que lo ocupan, no a las personas que pueda haber en un instante determinado.

En la Tabla 3.3 se muestra la información que se necesita, según la temperatura del local y el tipo de actividad que realicen las personas del local.

El valor obtenido en la Tabla 3.3, bastará multiplicarlo por el número de personas del local. Esta partida se denomina \dot{Q}_{SP} .

$$\dot{Q}_{SP} = \text{Valor de la Tabla 3.3} \times \text{número de personas} \quad (3.10)$$

Tabla 3.3 Calor emitido por las personas en Watts (W).

Cuadro de Actividad	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en Reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

Fuente: Miranda, A.L. (2004) [19].

3.5.1.3 Calor sensible generado por la iluminación del local

La iluminación produce calor que hay que tener en cuenta. Si la iluminación es incandescente, se toma directamente la potencia eléctrica de iluminación, I , en W.

Si la iluminación es fluorescente, además hay que multiplicar por el factor 1.25. Llamaremos \dot{Q}_{SIL} a esta partida; así pues:

a) Incandescente:

$$\dot{Q}_{SIL} = I \quad (3.11)$$

b) Fluorescente:

$$\dot{Q}_{SIL} = 1.25 I \quad (3.12)$$

3.5.1.4 Calor sensible generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local

En la mayor parte de climatizaciones de viviendas, oficinas o locales similares no se encuentran éstas partidas. Esta partida se denomina \dot{Q}_{SM} .

En el caso que hubiese una máquina, ésta partida se calcula a partir de la potencia nominal de la máquina, en W, multiplicada por $1-\eta$, siendo η el rendimiento de la máquina en tanto por uno. Si la máquina se refrigera con agua que entra y sale del recinto esta partida se ignora.

Así, una vez determinado el calor generado por cada máquina, basta con multiplicarlo por el número de máquinas.

3.5.1.5 Calor sensible producido por el aire de ventilación

Es posible extraer el aire de un local, enfriarlo y volver a introducirlo en el mismo (Figura 3.4); de hecho, algunos aparatos de aire acondicionado funcionan así. Sin embargo, cuando en el local existen fuentes de mal olor, como son fumadores, olores corporales, etc., el aire siempre es el mismo (aire viciado), aunque lo estemos enfriando. Por lo tanto, no habrá sensación de confort, y no será debido a la temperatura, sino al aire mismo, que provocará mal olor e irritación de ojos dentro del recinto.

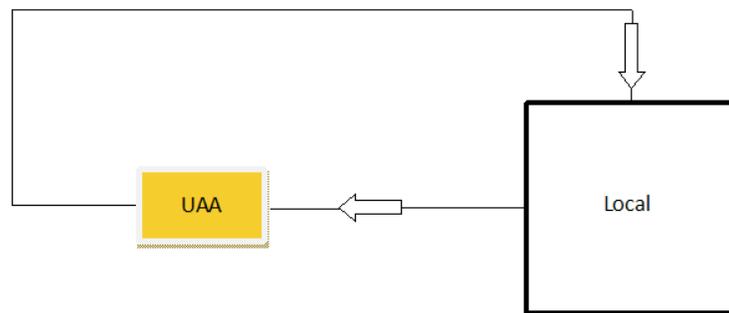


Figura 3.4 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del local. UAA, unidad de aire acondicionado, representa el aparato o ventilador que aspira el aire del local, lo enfría y lo vuelve a introducir.

Fuente: Elaboración propia.

Otra posibilidad es no emplear aire del local (Figura 3.5), sino únicamente aire exterior. Este sistema no presenta los inconvenientes del primero, sin embargo, la máquina debe enfriar aire exterior que está muy caliente y, por lo tanto, emplea mucha energía en el proceso.

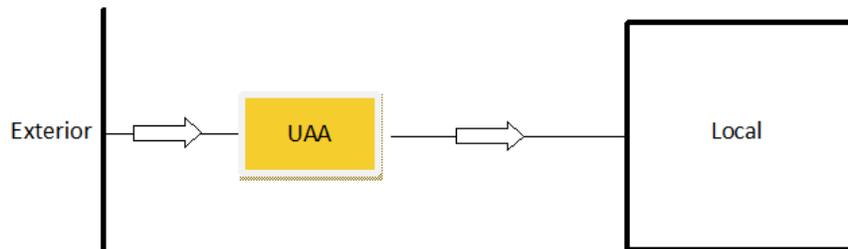


Figura 3.5 Representación esquemática de una instalación que utiliza solo aire del exterior.

Fuente: Elaboración propia.

La tercera posibilidad (Figura 3.6) es mezclar aire del exterior con aire procedente del local; este método es el más adecuado porque reúne las ventajas de los dos anteriores y ninguno de los inconvenientes.

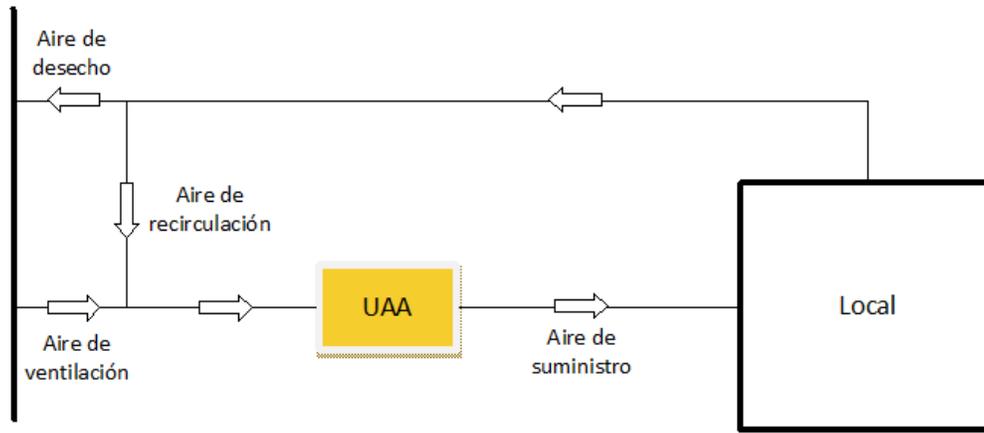


Figura 3.6 Representación esquemática de una instalación que mezcla aire del exterior con el aire del local.

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de aire exterior que se utiliza en la mezcla, se llama *aire de ventilación* y es el estrictamente necesario para producir una renovación conveniente del aire del local. En la Tabla 3.4 se presentan los valores usuales que se utilizan, como valor mínimo y valor aconsejado, en m³/h por persona. Basta multiplicar por el número de personas para tener el caudal de aire de ventilación.

Ésta partida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{SV} = 0.34f\dot{V}_v\Delta T \quad (3.13)$$

Siendo:

\dot{V}_v : Es el caudal de volumétrico de ventilación, tomado de la Tabla 3.4, en m³/h.

ΔT : Salto térmico en °C.

\dot{Q}_{SV} : Calor sensible debido a la ventilación; viene dado en W.

f : Es un coeficiente de la batería de enfriamiento, denominado "*factor de by-pass*". Miranda (2004) recomienda considerar este valor igual a 0.3.

Tabla 3.4 Aire de ventilación en metros cúbicos por hora (m³/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales.

Tipo de local		Ocupación Personas/m ²	Caudal mínimo [m ³ /h/persona]	Caudal mínimo [m ³ /h/m ²]
Restaurantes y locales de ocio	Comedor	0.75	34	-
	Cafetería	1.10	34	-
	Bar/Pub	1.10	51	-
	Cocina	0.22	25	-
	Disco	1.08	42	-
Oficinas	Oficina	0.08	34	-
	Recepción	0.65	25	-
	Sala Conferencia	0.54	34	-
Grandes Almacenes	Planta Baja	0.32	-	5.5
	Plantas Superiores	0.22	-	3.7
Teatro	Recepción	1.60	34	-
	Auditorio	1.60	25	-
Zonas Deportivas	Zona Deportiva	0.75	42	-
Centros Docentes	Aulas	0.54	25	-
	Biblioteca	0.22	25	-
Hoteles	Habitaciones	-	50/habitación	-
	Recepción	0.32	25	-

Fuente: Miranda, A.L. (2004) [19].

3.5.2 Cálculo de la carga latente

Estas partidas se calculan de la manera siguiente:

3.5.2.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones

Con el mismo caudal de infiltraciones, \dot{V}_i , obtenido a partir de la Tabla 3.2, se aplica la siguiente fórmula:

$$\dot{Q}_{LI} = 0.83\dot{V}_i\Delta W \quad (3.14)$$

Siendo:

\dot{V}_i : Caudal de infiltraciones, en m³/h.

\dot{Q}_{LI} : Calor latente de infiltraciones, en W.

ΔW : Diferencia de las humedades absolutas, en g/kg de aire seco, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante un diagrama psicrométrico.

En el SI, la fórmula sería:

$$\dot{Q}_{LI} = \dot{m}_i L_m \Delta W = \rho \dot{V}_i L_m \Delta T \quad (3.15)$$

Siendo:

\dot{m}_i : El caudal másico.

ρ : La densidad del aire.

\dot{V}_i : El caudal volumétrico.

L_m : El calor latente medio.

ΔW : La diferencia de humedades en g/kg de aire seco.

Tomando valores medios:

$$\dot{Q}_{LI} = 1.2 \frac{\dot{V}_i}{3600} 2'478,000 \frac{\Delta W}{1000} = 0.83 \dot{V}_i \Delta W \quad (3.16)$$

que la fórmula anterior, con \dot{V}_i en m³/h y ΔW en g de agua/kg de aire seco.

3.5.2.2 Calor latente generado por las personas que ocupan el local

Esta partida es muy similar a la A.2. En la Tabla 3.3 aparece el dato del calor latente generado por persona. Bastará con multiplicar por el número de personas. Esta partida se denomina \dot{Q}_{LP} , en W.

$$\dot{Q}_{LP} = \text{Valor de la Tabla 3.3} \times \text{número de personas} \quad (3.17)$$

3.5.2.3 Calor latente producido por el aire de ventilación

Ésta partida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{LV} = 0.83 f \dot{V}_v \Delta W \quad (3.18)$$

Siendo:

\dot{V}_v : Caudal de ventilación, tomado de la Tabla 3.4, en m³/h.

\dot{Q}_{LV} : Calor latente de ventilación en W.

ΔW : Diferencia de las humedades absolutas, en g/kg de aire seco, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante un diagrama psicométrico.

f : Es un coeficiente de la batería de enfriamiento, denominado “factor de by-pass”. Miranda (2004) recomienda considerar este valor igual a 0.3.

3.6 Cálculo de las cargas totales

3.6.1 Carga sensible efectiva parcial y latente efectiva parcial

De todo lo anterior, se deriva que:

La carga sensible efectiva parcial, \dot{Q}_{SEP} , será:

$$\dot{Q}_{SEP} = \phi_{pc} + \phi_{ps} + \dot{Q}_{SI} + \dot{Q}_{SP} + \dot{Q}_{SIL} + \dot{Q}_{SM} + \dot{Q}_{SV} \quad (3.19)$$

La carga latente efectiva parcial, \dot{Q}_{LEP} , será:

$$\dot{Q}_{LEP} = \dot{Q}_{LI} + \dot{Q}_{LP} + \dot{Q}_{LV} \quad (3.20)$$

Se denomina *parcial* porque no se considera ningún factor de seguridad aumentativo.

3.6.2 Carga sensible efectiva total y latente efectiva total

Son las anteriores parciales, aumentadas en un tanto por cierto de seguridad, con el fin de asegurarse de haber calculado todas las posibilidades de producción e ingreso de calor al local. Es preferible calcular la carga térmica, ligeramente por exceso que por defecto.

Usualmente se considera entre un 5 y 10% de aumento. Si consideramos un 10%, se tiene:

$$\dot{Q}_{SE} = \dot{Q}_{SEP} + (0.10 \cdot \dot{Q}_{SEP}) = 1.1 \cdot \dot{Q}_{SEP} \quad (3.21)$$

$$\dot{Q}_{LE} = \dot{Q}_{LEP} + (0.10 \cdot \dot{Q}_{LEP}) = 1.1 \cdot \dot{Q}_{LEP} \quad (3.22)$$

CAPITULO IV

Cálculo de las cargas térmicas de las oficinas del PRI

En este capítulo se implementará la metodología citada en el Capítulo III para determinar la ganancia de calor de las partidas de calor sensible y latente en las oficinas proyectadas del PRI, ubicadas en la comunidad de Kantunilkín, Q. Roo.

4.1 Datos generales

A continuación, se presentan las referencias de la localidad y del edificio a analizar. Asimismo, se muestran las condiciones de diseño tanto exterior (de acuerdo a la CONAGUA (s.f.) [27]), como interior.

En vista de que no se cuenta con el dato relacionado con la humedad relativa promedio de la comunidad de Kantunilkín, se tomó la de la ciudad de Cancún, puesto que tiene una temperatura promedio anual similar a la de Kantunilkín, que es de 32°C con una H.R. de 85%, de acuerdo a The Weather Channel (s.f.). [38]

Localidad: Kantunilkín Municipio: Lázaro Cárdenas Estado: Quintana Roo

Código postal: 77300 Latitud: 21°05'45" N Altitud: 15 msnm

Edificio: Oficinas del Partido Revolucionario Institucional Tipo de local: Oficinas

Dirección: Calle Javier Rojo Gómez entre Reforma e Independencia

Colonia: Centro

Temperatura exterior: 31.5 °C

Humedad Relativa exterior: 85 %

Humedad absoluta exterior: 23.2 g_a/kg_{as}

Temperatura interior: 25 °C

Humedad Relativa interior: 50 %

Humedad absoluta interior: 10 g_a/kg_{as}

Diferencia de temperaturas (ΔT): 6.5 °C

Diferencia de humedades abs.: 13.2 g_a/kg_{as}

4.2 Cálculo de las partidas de calor sensible

Para determinar la ganancia de calor por conducción y radiación, se emplean las ecuaciones de la NOM-008-ENER-2001. Los planos del inmueble se muestran en el Anexo 1, estos son de gran importancia, ya que apoyándonos en ellos se determinan las áreas de las componentes o porciones de la envolvente. Los materiales que constituyen la envolvente del mismo, se presentan en el Apéndice C.

4.2.1 Calor sensible debido a la conducción y radiación a través de la envolvente

4.2.1.1 Ganancia de calor por conducción

Recordemos que esta ganancia de calor se determina mediante la ecuación (3.3), que es la ganancia de calor por conducción a través de cada componente con orientación i .

Mediante las fórmulas B.1 y B.2 del Apéndice B, se determinó el Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K) de las porciones de la envolvente.

Para determinar esta ganancia se emplearon los datos de la ciudad de Cancún, ya que es la ciudad más cercana y en la norma NOM- 008-ENER-2001 no se cuenta con datos de la comunidad de Kantunilkín.

La diferencia de temperaturas (ΔT), corresponde a la temperatura equivalente promedio (tomada de la Tabla A.1 del Apéndice A), menos la temperatura interior (25 °C respectivamente). Para algunos casos cuando una barrera o envolvente de un espacio acondicionado colinda con otro no acondicionado (como por ejemplo, para el espacio sin asignar de la planta baja), la temperatura equivalente promedio se determina mediante un promedio, tomando el valor correspondiente a la temperatura equivalente promedio para esa parte (ya sea opaca o transparente) y la temperatura interior del local.

Para este caso en particular, para los espacios de la planta alta se desprecia esta ganancia para la superficie inferior, ya que los espacios de la planta baja situados debajo de éstos, también se climatizarán.

A continuación, las Tablas 4.1 a 4.5 presentan los cálculos para la ganancia de calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente para cada espacio del edificio.

Tabla 4.1 Calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente de la Oficina (Planta baja).

Envolvente	Área (m ²)	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² K)	ΔT (°C)	Φ _{pc} (W)
Muro Norte	10.77	2.42	12	312.29
Muro Oeste	15.03	2.42	15	544.76
Murete Norte	3.25	0.92	12	36.02
Ventana Norte	1.55	4.90	3	22.79
TOTAL:				915.86

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.2 Calor sensible debido a la conducción a través de la envolvente de la Recepción (Planta baja).

Envolvente	Área (m ²)	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² K)	ΔT (°C)	Φ _{pc} (W)
Muro Este	3.69	2.42	8	71.33
Muro Oeste	15.09	2.42	15	546.94
Murete Este	4.90	0.92	8	36.21
Murete Sur	8.33	0.92	7	53.86
Ventana Este	2.30	4.90	2	22.54
Ventana Sur	4.00	4.90	2	39.20
Puerta de vidrio Este	4.20	4.90	2	41.16
TOTAL:				811.24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.3 Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar (Planta baja).

Envolvente	Área (m ²)	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² K)	ΔT (°C)	Φ _{pc} (W)
Muro Norte	6.18	2.42	12	179.19
Muro Este	15.03	2.42	16	581.08
Muro Sur	9.09	2.42	7	153.75
Murete Norte	4.80	0.92	12	53.20
Ventana Norte	1.55	4.90	3	22.79
Puerta madera Sur	1.89	2.22	7	29.38
TOTAL:				1,019.39

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.4 Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente de la Sala de juntas (Planta alta).

Envolvente	Área (m ²)	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² K)	ΔT (°C)	Φ _{PC} (W)
Techo	46.93	1.68	21	1,656.31
Muro Norte	14.07	2.42	12	408.01
Muro Este	7.16	2.42	8	138.32
Muro Oeste	35.88	2.42	15	1,300.58
Murete Este	5.80	0.92	8	42.86
Murete Sur	9.48	0.92	14	122.59
Ventana Este	2.40	4.90	2	23.52
Ventana Sur	4.00	4.90	4	78.41
Puerta de vidrio Este	4.10	4.90	2	40.13
TOTAL:				3,810.73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.5 Ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar (Planta alta).

Envolvente	Área (m ²)	Coefficiente global de transferencia de calor (W/m ² K)	ΔT (°C)	Φ _{PC} (W)
Techo	21.49	1.68	21	758.51
Muro Norte	14.96	2.42	12	433.69
Muro Este	16.43	2.42	16	635.31
Muro Sur	13.07	2.42	7	221.02
Puerta madera Sur	1.89	2.22	7	29.38
TOTAL:				2,077.90

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Ganancia de calor por radiación

En este caso en particular no se determinó esta ganancia, ya que de acuerdo a los planos del inmueble (Anexo 1), para las ventanas que están orientadas al norte, nunca incidirán los rayos del sol sobre estas, es decir, la fachada norte siempre estará a la sombra (ver Figura 4.1). Asimismo, se estableció que tampoco se calculará la ganancia por este concepto para las superficies acristaladas orientadas al sur, tanto para la planta baja como la planta alta, dado que el inmueble contará con una gran techumbre (ver Figura 4.2) que prácticamente evitará que los rayos solares incidan sobre dichas superficies, por lo que se depreció esta partida.

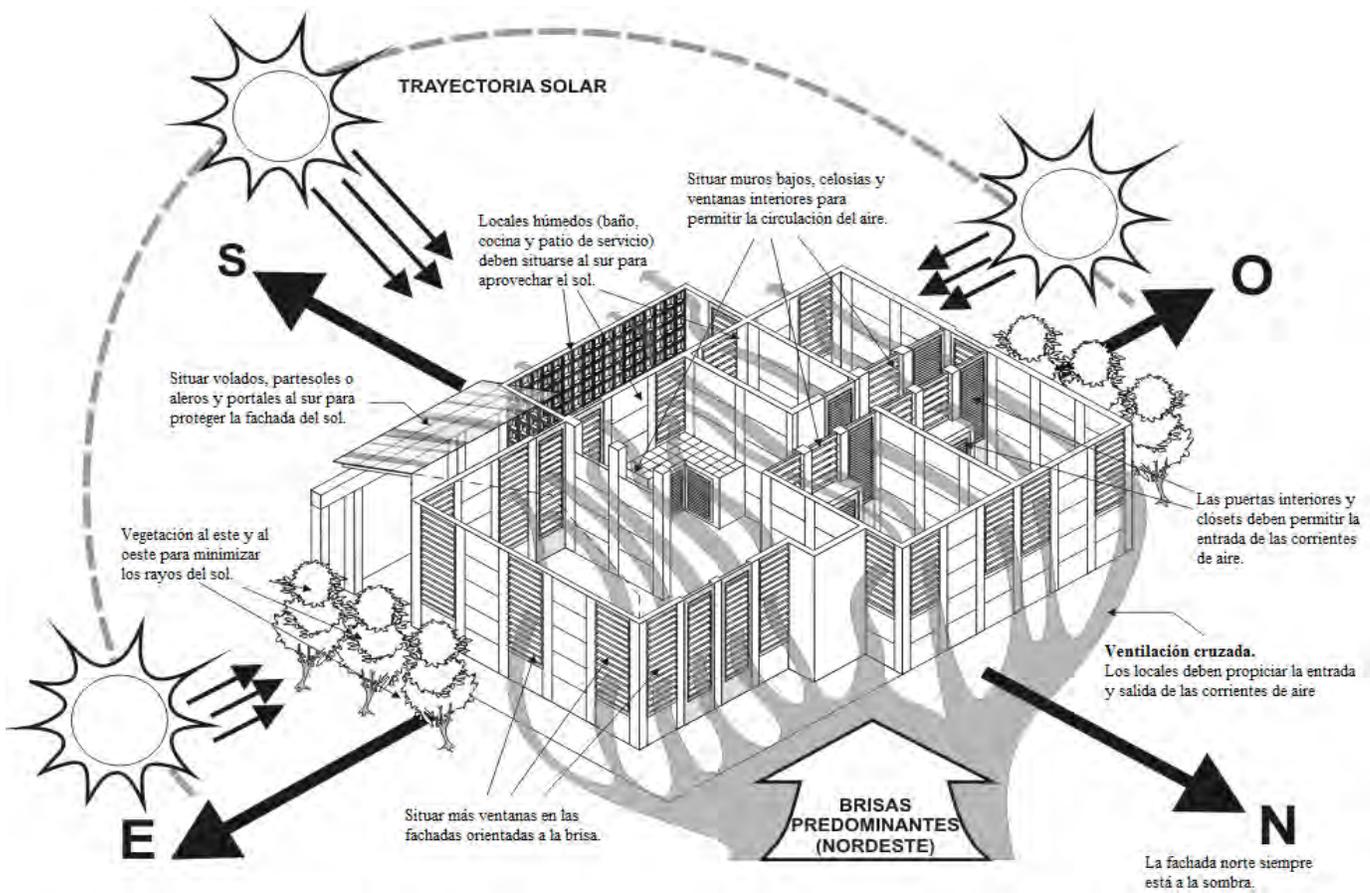


Figura 4.1 Orientación estratégica idónea de inmuebles en México.
Fuente: Vílchez, C. (2009) [28].



Figura 4.2 Proyección de las oficinas del Partido Revolucionario Institucional.
Fuente: Sánchez, Z. (s.f.) [29].

4.2.2 Calor sensible debido al aire de infiltraciones

De acuerdo a la Tabla 3.2 del Capítulo III, se consideró como tipo de local “*Restaurantes (sin vestíbulo)*”, puesto que es la actividad que más se allega a la actividad de un oficinista y recepcionista. Para el salto térmico (ΔT), de acuerdo a las condiciones climatológicas de Kantunilkín (Anexo 2), se tomó en cuenta una temperatura exterior igual a 31.5°C y para la temperatura interior se tomó 25°C. A continuación la Tabla 4.6, presenta tanto el número de personas, como el número de puertas para cada espacio del edificio.

Tabla 4.6 Número de personas y puertas consideradas en cada espacio del edificio para el cálculo del aire de infiltraciones.

Planta	Espacio	Personas	Puertas
Baja	Recepción	2	1
	Espacio sin asignar	2	1
Alta	Sala de juntas	15	1
	Espacio sin asignar	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que no se consideró el aire de infiltraciones para la oficina de la planta baja, dado que la puerta de este espacio colinda con la recepción (misma que estará climatizada), por tanto, no habrán infiltraciones de aire caliente. En el caso de la planta alta, para la sala de juntas únicamente se consideró una puerta, ya que la otra colinda con el espacio sin asignar que también estará acondicionado.

4.2.3 Calor sensible generado por las personas que ocuparán el local

Consultando la Tabla 3.3 del Capítulo III, se consideró “*Oficinista actividad moderada*” para las personas que ocuparán el sitio. Puesto que en la Tabla 3.3 no hay un valor para 25°C, se procedió a realizar una interpolación para conocer los valores del calor que emiten las personas a esa temperatura. Estos valores se presentan en la Tabla 4.7. Asimismo, la Tabla 4.8 muestra el número de personas consideradas que ocuparán cada espacio.

Tabla 4.7 Calor emitido por las personas “Oficinista actividad moderada”, obtenidos mediante interpolación.

T (°C)	Sensible (W)	Latente (W)
24	70	58
25	67	64
26	64	70

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.8 Número de personas consideradas para la ocupación de los espacios del inmueble.

Planta	Espacio	Personas
Baja	Oficina	1
	Recepción	2
	Espacio sin asignar	2
Alta	Sala de juntas	15
	Espacio sin asignar	2

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Calor sensible generado por la iluminación del local

De acuerdo a los planos de la instalación eléctrica del Anexo 1, los espacios contarán con cierta cantidad de luminarias y potencia, mismos que se presentan en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Cantidad y potencia de luminarias destinadas para los espacios del edificio.

Planta	Espacio	Potencia (W)	Cantidad
Baja	Oficina	3.6	4
	Recepción	3.6	4
	Espacio sin asignar	3.6	2
Alta	Sala de juntas	3.6	10
	Espacio sin asignar	17	2

Fuente: Elaboración propia con datos de Sánchez, Z. (s.f.) [29].

4.2.5 Calor sensible generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local

La Tabla 4.10 presenta las máquinas y/o equipo eléctrico que se consideró para los distintos espacios de las oficinas; asimismo, se muestra el consumo de cada uno de ellos de acuerdo a Arce, R. (2009, Octubre). [30]

Tabla 4.10 Máquinas y/o equipo eléctrico considerado para los distintos espacios de las oficinas del PRI.

	Espacio	Máquina o equipo	Consumo (W)	Cantidad
Planta baja	Oficina	Ventilador	125	1
		Computadora	150	1
		Teléfono	3	1
		Cafetera	700	1
	Recepción	Ventilador	125	1
		Computadora	150	1
		Impresora multifuncional	14.64	1
		Teléfono	3	1
	Espacio sin asignar	Ventilador	125	1
		Impresora multifuncional	14.64	1
Computadora		150	1	
Planta alta	Sala de juntas	Proyector	280	1
		Computadora	150	1
		Cafetera	700	1
	Espacio sin asignar	Computadora	150	1
		Impresora multifuncional	14.64	1

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Calor sensible procedente del aire de ventilación

Las necesidades de aire de ventilación se obtuvieron de la Tabla 3.4 del Capítulo III, de la que se tomaron las siguientes consideraciones que se presentan a continuación en la Tabla 4.11. El número de personas consideradas es el mismo de la Tabla 4.8.

Tabla 4.11 Caudal de aire de ventilación considerados para los distintos espacios del inmueble.

Planta	Espacio	Caudal mínimo (m ³ /h/persona)
Baja	Oficina	34
	Recepción	25
	Espacio sin asignar	34
Alta	Sala de juntas	34
	Espacio sin asignar	34

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Miranda, A.L. (2004) [19].

4.3 Cálculo de las partidas de calor latente

Las partidas que se calcularon son las siguientes:

4.3.1 Calor latente debido al aire de infiltraciones

Similar a la partida 4.2.2, para esta también se toma en consideración la Tabla 3.2 del Capítulo II, que como se mencionó anteriormente, se supuso tipo de local “*Restaurante (sin vestíbulo)*” para los diversos espacios, el número de personas y puertas son los mismos mostrados anteriormente en la Tabla 4.6. La diferencia de humedades absolutas (ΔW), se obtuvieron mediante psicrometría (Anexo 3), que es igual a 13.2 g/kg de aire seco.

4.3.2 Calor latente generado por las personas que ocuparán el local

En la Tabla 4.7 se obtuvo precedentemente el calor emitido por las personas a 25°C tanto en forma de calor sensible como latente. Para esta partida, obviamente se considerará la columna para calor latente.

4.3.3 Calor latente procedente del aire de ventilación

En la partida 4.2.6 de este mismo capítulo, ya se han determinado los valores del caudal de aire de ventilación por espacio; asimismo, tanto para esta, como para la partida 4.3.1, por psicrometría se estableció la diferencia de humedades absolutas, que es igual a 13.2 g/kg de aire seco.

CAPITULO V

Resultados y análisis

Recurriendo a las fórmulas previamente mencionadas en el Capítulo III y tomando en cuenta las consideraciones para cada una de las partidas expuestas en el capítulo anterior, se obtuvieron los resultados de las ganancias térmicas para cada uno de los espacios que se muestran en las siguientes tablas.

5.1 Resultados

5.1.1 Ganancias de calor latente

5.1.1.1 Ganancia de calor por conducción

Planta baja

Tabla 5.1 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente de la Oficina.

	Barrera	Orientación	1/hi	1/he	L ₁ /λ ₁	L ₂ /λ ₂	L ₃ /λ ₃	L ₄ /λ ₄	L ₅ /λ ₅	M (m ² K /W)	K (W/m ² K)	Área (m ²)	Te (°C)	Ti (°C)	Φ _{pc} (W)
Oficina	Muro	2	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	10.77	37	25	312.29
		5	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	15.03	40	25	544.76
	Murete	2	0.123	0.077	0.004	0.062	0.750	0.062	0.004	1.083	0.92	3.25	37	25	36.02
	Ventana	2	0.123	0.077	0.004					0.204	4.90	1.55	28	25	22.79
														TOTAL	915.86

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.2 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente de la Recepción.

	Barrera	Orientación	1/hi	1/he	L ₁ /λ ₁	L ₂ /λ ₂	L ₃ /λ ₃	L ₄ /λ ₄	L ₅ /λ ₅	M (m ² K/W)	K (W/m ² K)	Área (m ²)	Te (°C)	Ti (°C)	Φ _{pc} (W)	
Recepción	Muro	3	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	3.69	33	25	71.33	
		5	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	15.09	40	25	546.94	
	Murete	3	0.123	0.077	0.004	0.062	0.750	0.062	0.004	1.083	0.92	4.90	33	25	36.21	
		4	0.123	0.077	0.004	0.062	0.750	0.062	0.004	1.083	0.92	8.33	32	25	53.86	
	Ventana	3	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	2.30	27	25	22.54
		4	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	4.00	27	25	39.20
	Puerta de vidrio	3	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	4.20	27	25	41.16
TOTAL															811.24	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.3 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar.

	Barrera	Orientación	1/hi	1/he	L ₁ /λ ₁	L ₂ /λ ₂	L ₃ /λ ₃	L ₄ /λ ₄	L ₅ /λ ₅	M (m ² K/W)	K (W/m ² K)	Área (m ²)	Te (°C)	Ti (°C)	Φ _{pc} (W)	
Espacio sin asignar	Muro	2	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	6.18	37	25	179.19	
		3	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	15.03	41	25	581.08	
		4	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	9.09	32	25	153.75	
	Murete	2	0.123	0.077	0.004	0.062	0.750	0.062	0.004	1.083	0.92	4.80	37	25	53.20	
	Ventana	2	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	1.55	28	25	22.79
	Puerta de madera	4	0.123	0.077	0.250						0.450	2.22	1.89	32	25	29.38
	TOTAL															1,019.39

Fuente: Elaboración propia.

Planta alta

Tabla 5.4 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente de la Sala de juntas.

	Barrera	Orientación	1/hi	1/he	L ₁ /λ ₁	L ₂ /λ ₂	L ₃ /λ ₃	L ₄ /λ ₄	L ₅ /λ ₅	M (m ² K /W)	K (W/m ² K)	Área (m ²)	Te (°C)	Ti (°C)	Φ _{PC} (W)	
Sala de juntas	Techo	1	0.152	0.077	0.054	0.029	0.253	0.028	0.004	0.595	1.68	46.93	46	25	1,656.31	
		2	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	14.07	37	25	408.01	
	Muro	3	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	7.16	33	25	138.32	
		5	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	35.88	40	25	1,300.58	
	Murete	3	0.123	0.077	0.004	0.062	0.750	0.062	0.004	1.083	0.92	5.80	33	25	42.86	
		4	0.123	0.077	0.004	0.062	0.750	0.062	0.004	1.083	0.92	9.48	39	25	122.59	
	Ventana	3	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	2.40	27	25	23.52
		4	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	4.00	29	25	78.41
	Puerta de vidrio	3	0.123	0.077	0.004						0.204	4.90	4.10	27	25	40.13
															TOTAL	3,810.73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.5 Cálculo de la ganancia de calor sensible por conducción a través de la envolvente del Espacio sin asignar.

	Barrera	Orientación	1/hi	1/he	L ₁ /λ ₁	L ₂ /λ ₂	L ₃ /λ ₃	L ₄ /λ ₄	L ₅ /λ ₅	M (m ² K /W)	K (W/m ² K)	Área (m ²)	Te (°C)	Ti (°C)	Φ _{PC} (W)
Espacio sin asignar	Techo	1	0.152	0.077	0.054	0.029	0.253	0.028	0.004	0.595	1.68	21.49	46	25	758.51
		2	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	14.96	37	25	433.69
	Muro	3	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	16.43	41	25	635.31
		4	0.123	0.077	0.004	0.028	0.150	0.028	0.004	0.414	2.42	13.07	32	25	221.02
	Puerta de madera	4	0.123	0.077	0.250						0.450	2.22	1.89	32	25
														TOTAL	2,077.90

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.2 Ganancia de calor sensible debido al aire de infiltraciones

Tabla 5.6 Cálculo de la ganancia de calor sensible debido al aire de infiltraciones en cada espacio del inmueble.

Espacio	Tabla 2.3	Personas	Puertas	Vi (m ³ /h)	Te (°C)	Ti (°C)	Q _{SI} (W)
PLANTA BAJA							
Recepción	4.3	2	1	8.6	31.5	25	19.01
Espacio sin asignar	4.3	2	1	8.6	31.5	25	19.01
PLANTA ALTA							
Sala de juntas	4.3	15	1	64.5	31.5	25	142.55
Espacio sin asignar	4.3	2	1	8.6	31.5	25	19.01

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.3 Ganancia de calor sensible generado por las personas que ocuparán el local

Tabla 5.7 Cálculo de la ganancia de calor sensible generado por las personas que ocuparán los diversos espacios del edificio.

Espacio	Tabla 2.4 (W)	Personas	Q _{SP} (W)
PLANTA BAJA			
Oficina	70	1	70
Recepción	70	2	140
Espacio sin asignar	70	2	140
PLANTA ALTA			
Sala de juntas	70	15	1050
Espacio sin asignar	70	2	140

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.4 Ganancia de calor generado por la iluminación del local

Tabla 5.8 Cálculo de la ganancia de calor generado por la iluminación en los diversos espacios de las oficinas del PRI.

Espacio	Potencia (W)	Lámparas	Q _{SIL} (W)
PLANTA BAJA			
Oficina	3.6	4	14.40
Recepción	3.6	4	14.40
Espacio sin asignar	3.6	2	7.20
PLANTA ALTA			
Sala de juntas	3.6	10	36
Espacio sin asignar	17	2	34

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.5 Ganancia de calor generado por máquinas y equipo eléctrico en el interior del local

Tabla 5.9 Cálculo de la ganancia de calor generado por las máquinas y/o equipo eléctrico en el interior de los espacios del inmueble.

Espacio	Ganancia por	Consumo (W)	Cantidad	Q_{MAQ} (W)
PLANTA BAJA				
Oficina	Ventilador	125	1	125
	Computadora	150	1	450
	Teléfono	3	1	3
	Cafetera	700	1	700
			TOTAL	978
Recepción	Ventilador	125	1	125
	Computadora	150	1	150
	Impresora multifuncional	14.64	1	14.64
	Teléfono	3	1	3
			TOTAL	292.64
Espacio sin asignar	Ventilador	125	1	125
	Impresora multifuncional	150	1	150
	Computadora	14.65	1	14.65
			TOTAL	289.64
PLANTA ALTA				
Sala de juntas	Proyector	280	1	280
	Computadora	150	1	150
	Cafetera	700	1	700
			TOTAL	1,865
Espacio sin asignar	Computadora	150	1	150
	Impresora multifuncional	14.65	1	14.65
			TOTAL	165.64

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.6 Ganancia de calor sensible procedente del aire de ventilación

Tabla 5.10 Cálculo de la ganancia de calor sensible procedente del aire de ventilación de los diversos espacios del edificio.

Espacio	Tabla 2.5	Personas	Te (°C)	Ti (°C)	Q _{sv} (W)
PLANTA BAJA					
Oficina	34	1	31.5	25	22.54
Recepción	25	2	31.5	25	33.15
Espacio sin asignar	34	2	31.5	25	45.08
PLANTA ALTA					
Sala de juntas	34	15	31.5	25	338.13
Espacio sin asignar	34	2	31.5	25	45.08

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Ganancias de calor latente

5.1.2.1 Ganancia de calor latente debido al aire de infiltraciones

Tabla 5.11 Cálculo de la ganancia de calor latente debido al aire de infiltraciones en cada espacio del inmueble.

Espacio	Tabla 2.1	Personas	Puertas	Vi (m ³ /h)	We (g/kg as)	Wi (g/kg as)	ΔW (g/kg as)	Q _{li} (W)
PLANTA BAJA								
Recepción	34	2	1	68	23.2	10	13.2	745.01
Espacio sin asignar	34	2	1	68	23.2	10	13.2	745.01
PLANTA ALTA								
Sala de juntas	34	15	1	510	23.2	10	13.2	5,588.56
Espacio sin asignar	34	2	1	68	23.2	10	13.2	745.01

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2 Ganancia de calor latente generado por las personas que ocuparán el local

Tabla 5.12 Cálculo de la ganancia de calor latente generado por las personas que ocuparán los diversos espacios del edificio.

Espacio	Tabla 2.2	Personas	Q_{LP} (W)
PLANTA BAJA			
Oficina	47	1	47
Recepción	47	2	94
Espacio sin asignar	47	2	94
PLANTA ALTA			
Sala de juntas	47	15	705
Espacio sin asignar	47	2	94

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.3 Ganancia de calor latente procedente del aire de ventilación

Tabla 5.13 Cálculo de la ganancia de calor latente en los diversos espacios del inmueble procedente del aire de ventilación.

Espacio	Tabla 2.5	Personas	W_e (g/kg as)	W_i (g/kg as)	ΔW (g/kg as)	Q_{LV} (W)
PLANTA BAJA						
Oficina	34	1	23.2	10	13.20	111.75
Recepción	25	2	23.2	10	13.20	164.34
Espacio sin asignar	34	2	23.2	10	13.20	223.50
PLANTA ALTA						
Sala de juntas	34	15	23.2	10	13.20	1,676.27
Espacio sin asignar	34	2	23.2	10	13.20	223.50

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Cargas totales

Tabla 5.14 Resumen de ganancias de calor en las diversas áreas de la Planta baja de las oficinas del PRI

Espacio	Ganancias de calor sensible (W)						Ganancias de calor latente (W)			Q _{SEP} (W)	Q _{LEP} (W)	Q _{SE} (W)	Q _{LE} (W)
	Cond.	Inf.	Per.	Il.	Maq.	Vent.	Inf.	Per.	Ven.				
Oficina	915.86		70	14.40	978	22.54		47	111.75	2,000.80	158.75	2,200.88	174.63
Recepción	811.24	19.01	14	14.40	292.64	33.15	745.01	94	164.34	1,310.43	1,003.35	1,441.48	1,103.68
Espacio s/a	1,019.39	19.01	140	7.20	289.64	45.08	745.01	94	223.50	1,520.32	1,062.51	1,672.35	1,168.76

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.15 Resumen de ganancias de calor en las diversas áreas de la Planta alta de las Oficinas del PRI.

Espacio	Ganancias de calor sensible (W)						Ganancias de calor latente (W)			Q _{SEP} (W)	Q _{LEP} (W)	Q _{SE} (W)	Q _{LE} (W)
	Cond.	Inf.	Per.	Il.	Maq.	Vent.	Inf.	Per.	Vent.				
Sala de juntas	3,810.73	142.55	1050	36	1,130	338.13	5,587.56	705	1,676.27	6,507.41	7,968.83	7,158.15	8,765.71
Espacio s/a	2,077.90	19.01	140	34	164.64	45.08	745.01	94	223.50	2,480.63	1,062.51	2,728.69	1,168.76

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Determinación de la capacidad de los equipos o unidades de aire acondicionado o climatización

Tabla 5.16 Deducción de la capacidad de los equipos de climatización para los diversos espacios del PRI.

Espacio	Q_{ET} (W)	CAP_{EQ} (Ton)	CAP_{EQ} (BTU/h)
PLANTA BAJA			
Oficina	2,375.50	0.68	8,104.75
Recepción	2,545.16	0.72	8,683.59
Espacio sin asignar	2,841.11	0.81	9,693.31
PLANTA ALTA			
Sala de juntas	15,923.86	4.53	5,4329.10
Espacio sin asignar	3,897.46	1.11	1,3297.36

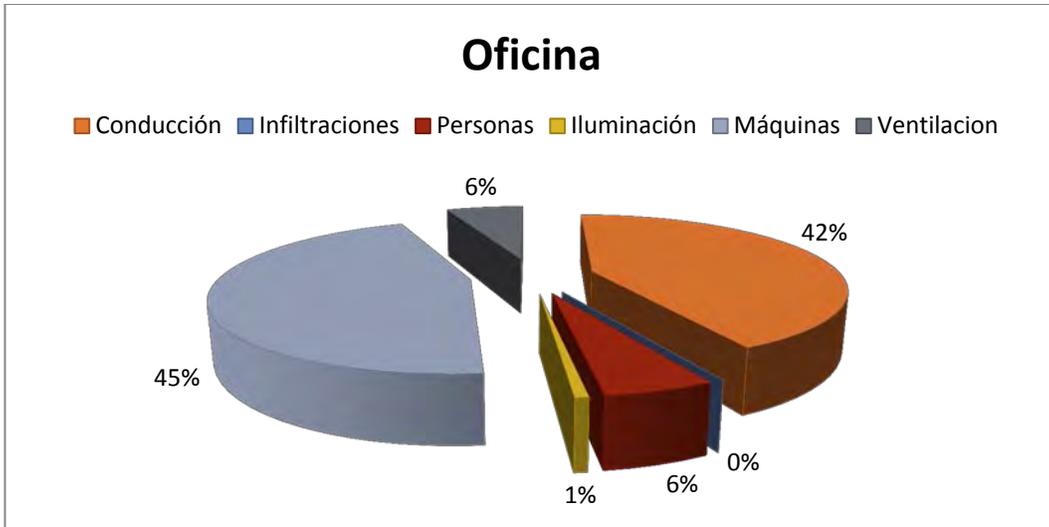
Fuente: Elaboración propia.

Factor de conversión para determinar la capacidad de los equipos:

1 Tonelada de refrigeración (12,000 BTU/h)..... 3,517.2 W

5.2 Análisis

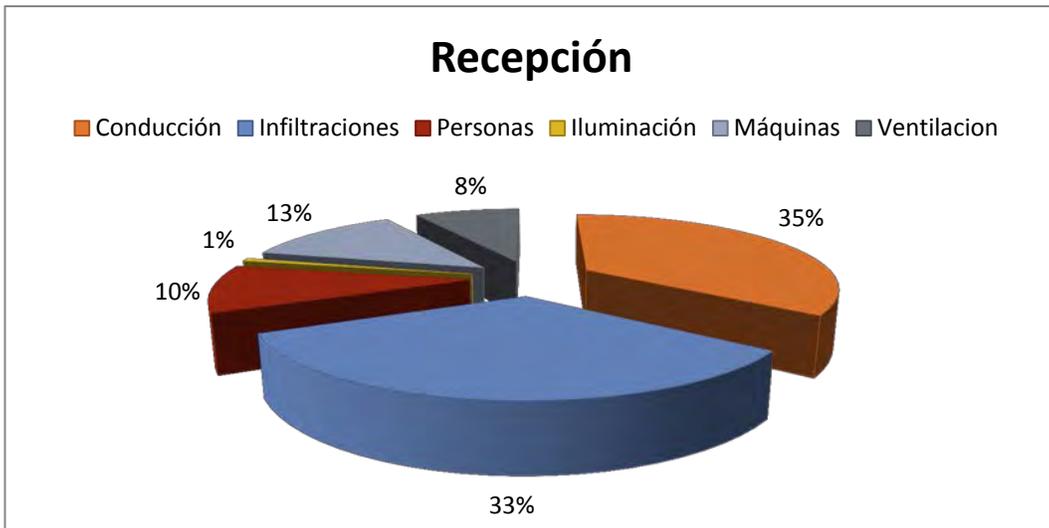
De acuerdo a la Gráfica 5.1 que se presenta a continuación, podemos notar que la mayor ganancia de calor en la oficina de la planta baja, se tendrá por máquinas y/o equipo eléctrico, probablemente debido a que se está considerando una cafetera eléctrica, que como notamos en el punto 5.1.5 de este mismo capítulo, es un aparato de alto consumo (700 W); en segundo término se tendrá la ganancia debido a la conducción de calor a través de la envolvente (muros, murete y ventana); seguido de las renovaciones de aire o aire de ventilación, el calor emitido por las personas y la iluminación, que como pudimos observar en el apartado 5.1.4 de este mismo capítulo, se instalarán lámparas de LED de muy bajo consumo (3.6 W); por último, como se señaló con anterioridad en el contenido del tema 4.2.2, no habrá infiltraciones de aire exterior al interior de este recinto.



Gráfica 5.1 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en la Oficina (Planta baja).

Fuente: Elaboración propia.

Observando la Gráfica 5.2, nos damos cuenta que la mayor ganancia de calor en la recepción se tendrá debido a la conducción de calor a través de la envolvente; seguido de la infiltración de aire exterior; en tercer término se tendrá ganancia de calor por equipo eléctrico, le sigue el calor emitido por las personas, las renovaciones de aire o aire de ventilación, y por último, ganancia de calor por la iluminación, que como se mencionó previamente, se deberá a la instalación de luminarias de muy bajo consumo, lámparas LED.



Gráfica 5.2 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en la Recepción (Planta baja).

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo mostrado en la gráfica 5.3, la partida con más ganancia de calor se tendrá debido a la conducción de calor a través de la envolvente del espacio sin asignar de la planta baja, en segundo lugar, se tendrá la ganancia debido a la infiltración de aire, seguido del calor debido a los aparatos eléctricos, las renovaciones de aire, calor emitido por las personas y finalmente, debido a la iluminación.



Gráfica 5.3 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en el Espacio sin asignar (Planta baja).

Fuente: Elaboración propia.

Para la sala de juntas, la partida con mayor ganancia de calor se deberá a las infiltraciones de aire hacia esta, debido a las aperturas y cierres de puerta por las personas para ingresar al recinto, que a diferencia de los locales anteriores, éste será el que contará con mayor cantidad de ocupantes; en segundo término se tendrá la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente, seguido de las renovaciones de aire o aire de ventilación, las personas que ocuparán el lugar, las máquinas o equipo eléctrico y por último, calor debido a la iluminación, tal y como podemos corroborar en la Gráfica 5.4.



Gráfica 5.4 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en la Sala de juntas (Planta alta).

Fuente: Elaboración propia.

La Gráfica 5.5, presenta las ganancias de calor en el espacio sin asignar de la planta alta, en el cual, la ganancia más importante se deberá por la conducción de calor a través de la envolvente, seguido de las infiltraciones de aire, las renovaciones del mismo, el calor emitido por las personas, al calor generado por los aparatos eléctricos, y por último y menos importante, se tendrá el calor debido a la iluminación.



Gráfica 5.5 Porcentaje de la ganancia de calor por partida en el Espacio sin asignar (Planta alta).

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Marco propuesta

Antes de desarrollar cualquier estrategia de ahorro de energía, es necesario detectar cómo, cuándo y dónde se consume la electricidad en un edificio, para evitar errores que pueden acarrear grandes pérdidas, según Pérez, A. (2009, Noviembre). [31]

Es por eso, que la presente propuesta se realizó con la finalidad de incorporar alternativas adicionales para el ahorro de energía en el empleo de unidades o equipos de climatización en las oficinas del PRI, minimizando las ganancias de calor por conducción de calor a través de la envolvente del inmueble, que como se observó precedentemente, es la partida con mayor ganancia en cuatro de los cinco espacios a climatizar del edificio.

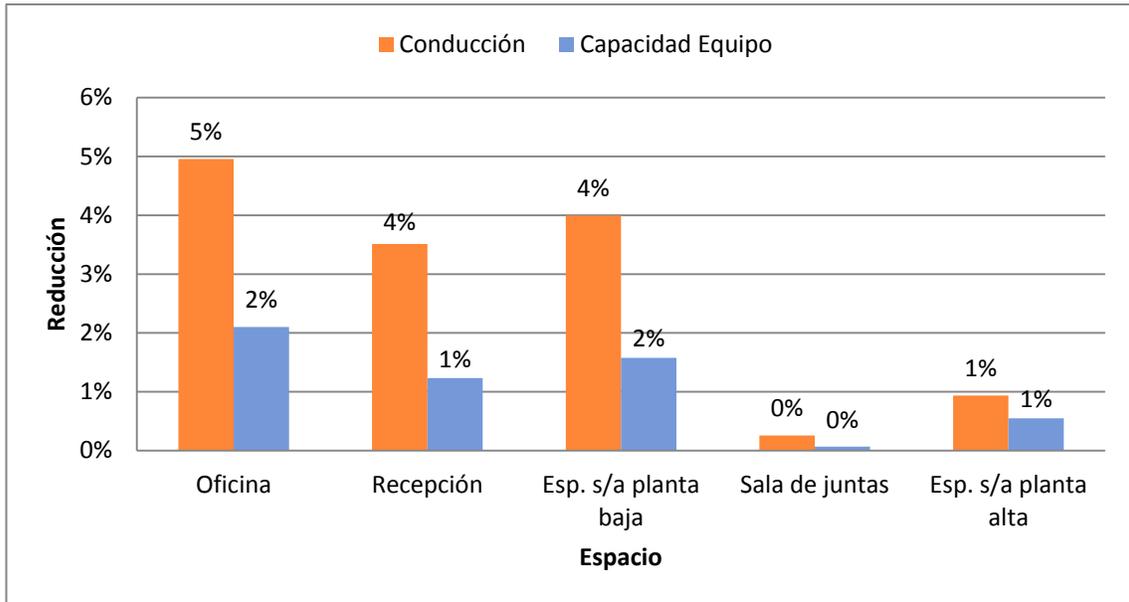
Para minimizar dicha ganancia, se realizó nuevamente el cálculo de la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente sustituyendo la pintura vinílica exterior de la techumbre y muros exteriores por dos impermeabilizantes distintos, que fueron el “Aislamiento térmico” y el “Impac Sokul”. Posteriormente, se realizó nuevamente el mismo cálculo pero con dos placas aislantes desiguales, “Placa de poliestireno extruido” y “Placa de poliestireno expandido”, para estos últimos casos, no se sustituyó ningún acabado de pintura, sino que se agregó dicho aislante. A continuación, las siguientes tablas y gráficas muestran la comparativa de la disminución o reducción de la ganancia por conducción, respectivamente.

Con Impermeabilizante Aislacreto Térmico

Tabla 5.17 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Impermeabilizante “Aislacreto térmico”.

	Lugar	Conducción sin Imp. A. T.	Conducción con Imp. A.T.	CAP _{EQ} (Ton) sin Imp. A.T.	CAP _{EQ} (Ton) con Imp. A.T.
Planta baja	Oficina	915.86	870.46	0.68	0.66
	Recepción	811.24	792.74	0.72	0.71
	Espacio sin asignar	1,019.39	978.68	0.81	0.80
Planta alta	Sala de juntas	3,810.73	3,800.94	4.53	4.52
	Espacio sin asignar	2,077.90	2,058.49	1.11	1.10

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 5.6 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Impermeabilizante Aislacreto térmico.

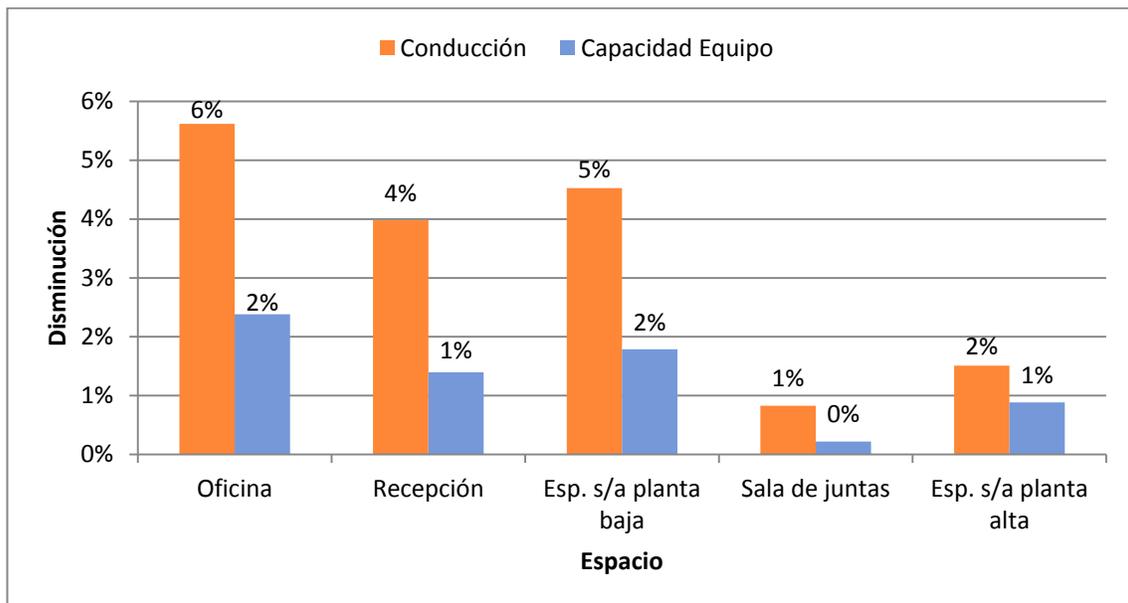
Fuente: Elaboración propia.

Con Impermeabilizante IMPAC Sokul

Tabla 5.18 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Impermeabilizante “IMPAC Sokul”.

	Lugar	Conducción sin Imp. I.S.	Conducción con Imp. I.S.	CAP _{EQ} (Ton) sin Imp. I.S.	CAP _{EQ} (Ton) con Imp. I.S.
Planta baja	Oficina	915.86	864.40	0.68	0.66
	Recepción	811.24	778.94	0.72	0.71
	Espacio sin asignar	1,019.39	973.24	0.81	0.79
Planta alta	Sala de juntas	3,810.73	3,779.27	4.53	4.52
	Espacio sin asignar	2,077.90	2,046.57	1.11	1.10

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 5.7 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Impermeabilizante IMPAC Sokul.

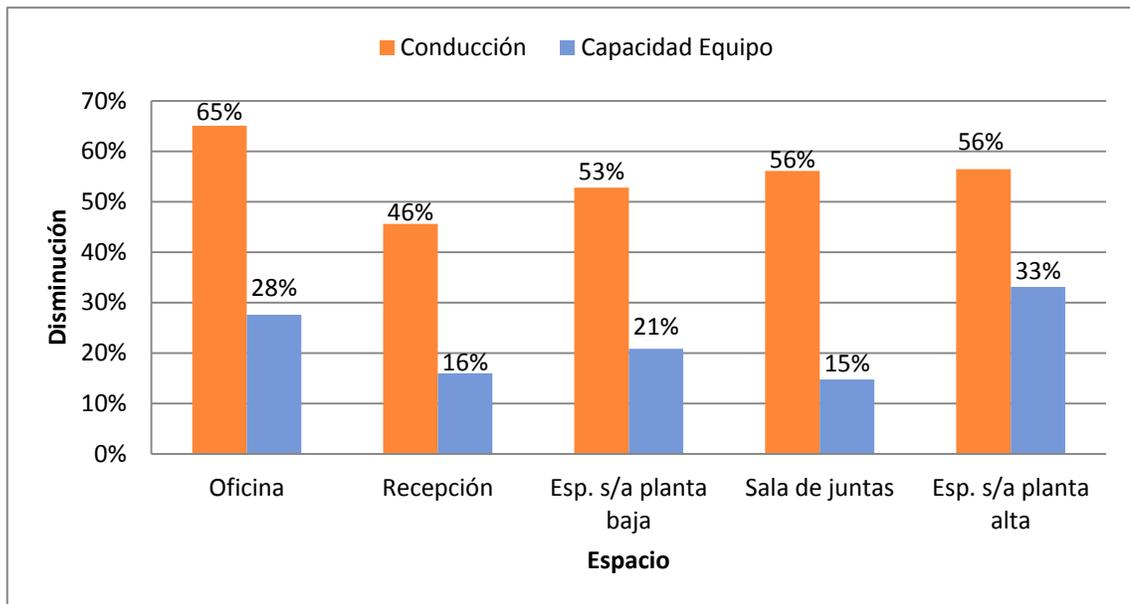
Fuente: Elaboración propia.

Con Placa de Poliestireno Extruido

Tabla 5.19 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Placa de Poliestireno Extruido.

	Lugar	Conducción sin P. P. Ext.	Conducción con P. P. Ext.	CAP _{EQ} (Ton) sin P. P. Ext.	CAP _{EQ} (Ton) con P. P. Ext.
Planta baja	Oficina	915.86	319.74	0.68	0.49
	Recepción	811.24	441.04	0.72	0.61
	Espacio sin asignar	1,019.39	481.14	0.81	0.64
Planta alta	Sala de juntas	3,810.73	1,672.13	4.53	3.86
	Espacio sin asignar	2,077.90	904.57	1.11	0.74

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 5.8 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Placa de Poliestireno Extruido.

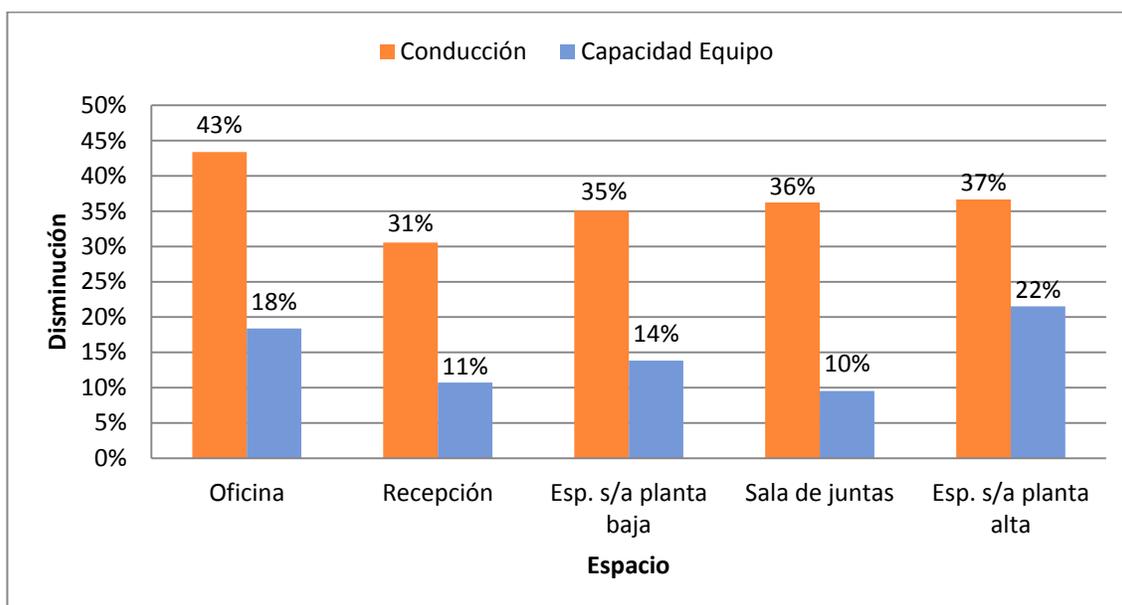
Fuente: Elaboración propia.

Con Placa de Poliestireno Expandido

Tabla 5.20 Comparativa de reducción de la ganancia de calor por conducción y capacidad de equipo con Placa de Poliestireno Expandido.

	Lugar	Conducción sin P. P. Exp.	Conducción con P. P. Exp.	CAP _{EQ} (Ton) sin P. P. Exp.	CAP _{EQ} (Ton) con P. P. Exp.
Planta baja	Oficina	915.86	518.63	0.68	0.55
	Recepción	811.24	563.27	0.72	0.65
	Espacio sin asignar	1,019.39	661.90	0.81	0.70
Planta alta	Sala de juntas	3,810.73	2,430.20	4.53	4.10
	Espacio sin asignar	2,077.90	1,315.77	1.11	0.87

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 5.9 Porcentaje de disminución de ganancia de calor por conducción a través de la envolvente y capacidad de equipo de los diversos espacios de edificio con Placa de Poliestireno Extruido.

Fuente: Elaboración propia.

Para poder llevar a cabo la comparativa tanto de la disminución de ganancia de calor por conducción, como la capacidad de los equipos, se empleó lo siguiente:

1. Se determinó la diferencia (valor inicial o antiguo, menos el valor nuevo).
2. Se dividió la diferencia obtenida previamente entre el valor inicial o antiguo.
3. Se multiplicó el valor obtenido anteriormente por cien (100) para determinar el porcentaje.

CAPITULO VI

Conclusiones y recomendaciones

Se presentó un análisis térmico de las instalaciones del Partido Revolucionario Institucional de la comunidad de Kantunilkín con el propósito de determinar las unidades de climatización adecuadas. Se mostraron de manera sencilla los cálculos de los diversos conceptos que generarán ganancias de calor en las oficinas. Por lo tanto, las conclusiones derivadas de este trabajo son las siguientes:

- En los cálculos de las ganancias de calor que se realizaron se determinó que la sala de juntas que estará situada en la planta alta, es el área que presenta mayores ganancias de calor, debido a que es el espacio de mayor área y en la cual, se concentrará la mayor cantidad de personas.
- Las unidades de iluminación que se instalarán son de alta eficiencia, de acuerdo a lo obtenido en los cálculos, se pudo corroborar que las lámparas LED son grandes emisores de luz y no de calor.
- Como era de esperarse, el techo es la barrera o envolvente en la que se tiene mayor ganancia de calor por conducción para los espacios de la planta alta, debido a que siempre estará expuesto a los rayos del sol.
- El empleo de impermeabilizante en la envolvente del edificio, minimiza ligeramente la ganancia de calor por conducción a través de esta, mientras que el empleo de aislante térmico reduce considerablemente esta ganancia, incluso, hasta la capacidad de los equipos de climatización.
- La implementación del balance térmico en edificaciones tanto proyectado como existente es importante, ya sea para determinar la capacidad de las unidades de climatización, o bien, para implementar estrategias de ahorro energético.

Por tanto, algunas de las recomendaciones para obtener un considerable ahorro de energía y el empleo eficiente de las unidades de aire acondicionado son:

- Emplear **aislante térmico** para minimizar las ganancias de calor por conducción a través de la envolvente del inmueble.
- Instalar unidades de aire acondicionado con tecnología **inverter**, ya que son más eficientes que uno tipo **mini Split** y se pueden obtener ahorros desde un 25 hasta un 50% de ahorro con relación a uno tipo mini Split, de acuerdo a diversos proveedores.

Ahora bien, las tecnologías tanto de construcción, como de equipos de alta eficiencia están al alcance. Entonces, ¿por qué no se emplea el balance térmico en los diversos inmuebles? La respuesta a esa pregunta puede estar en el costo inicial. Si bien, la inversión inicial de construcción puede ser un poco mayor en comparación a uno habitual, el costo de operación a mediano y largo plazo de un edificio mal diseñado e ineficiente será mucho mayor.

Tal vez el mayor argumento a favor de implementar un balance energético térmico se encuentra en el valor de los mismos a largo plazo:

- Mejoran la calidad del aire interior y el confort.
- Mejoran la productividad de sus ocupantes.
- Limitan las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Permiten un ahorro de energía considerable.

Por eso, no es de extrañarse que a corto plazo, esta metodología sea recurrente para el diseño óptimo de nuevas edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rey, F.J. & Velasco, E. (2006). *Curso Universitario de Ingeniería de Climatización*. Valladolid, España.
- [2] López, D.A. (2010, Octubre). *Soluciones de eficiencia energética*. Revista MUNDO HVACR, Año VI (66), 30-32.
- [3] Rodríguez, P. (2009, Noviembre). *Protocolo de Montreal, ¿Cómo resarcimos el daño?* Revista MUNDO HVACR, Año IX (107), 46-47.
- [4] *¿Qué es el Protocolo de Kioto?* (s.f.) Recuperado el 14 de junio de 2013 del sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental: <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-48407.html>
- [5] *¿Qué pasó en Copenhague?* (2010, Febrero). Revista MUNDOHVACR, Año IX (110), 38-39.
- [6] Montalvo, T.L. (2010, Diciembre). *Se aprueban los “acuerdos de Cancún” pese al rechazo de Bolivia. La cumbre climática de Naciones Unidas dio paso a un nuevo acuerdo climático pese a la oposición de Bolivia que rechazó el documento*. Recuperado el 14 de junio de 2013 del sitio web CNN México: <http://mexico.cnn.com/planetacnn/2010/12/11/se-aprueban-los-acuerdos-de-cancun-pese-al-rechazo-de-bolivia>
- [7] Garza, D. (2010, Abril). *Refrigeración y medio ambiente*. Revista MUNDO HVACR, Año IX (112), 20-21.
- [8] Lozano, D. (2010, Septiembre). *Reciclar refrigerantes ayuda a contrarrestar la contaminación ambiental*. Revista MUNDO HVACR, Año VI (65), 48-50.
- [9] Malpica, C. (2010, Marzo). *Tips para crear edificios verdes*. Revista MUNDO HVACR, Año IX (111), 16-17.
- [10] Malpica, C. (2010, Agosto). *Azoteas verdes, ecología en edificaciones*. Revista MUNDO HVACR, Año VI (64), 48-50.
- [11] *Azoteas y muros verdes, una opción rentable* (2009, Junio). Revista MUNDO HVACR, Año VIII (102), 43.
- [12] Texas University (2008, Diciembre). *Azotea verde*. Recuperado el 17 de junio de 2013 del sitio web Virtual Technology: <http://virtualtechnology.blogspot.mx/2008/12/azotea-verde.html>
- [13] Torres, F. (2009, Junio). *Uso eficiente de energía eléctrica en el sector hotelero* (primera parte). Revista MUNDO HVACR, Año VII (102), 14-17.
- [14] Hernández, M.G. (2009, Agosto). *LEDs, pequeños portadores de luz*. Revista MUNDO HVACR, Año VIII (104), 46.

- [15] Roque, C. (2013, Abril). *El fin de las bombillas y alto consumo*. Recuperado el 17 de junio de 2013 del sitio web Enroque de ciencia: http://enroquedeciencia.blogspot.mx/2013/04/el-fin-de-las-bombillas-de-alto-consumo_24.html
- [16] García, D. (2007). *Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado*. Barcelona, España: UOC-Marcombo. ISBN OUC: 978-84-9788-691-8/ISB Marcombo: 978-84-267-1473-2.
- [17] Torrella, E., Navarro, J., Cabello, R. & Gómez, F. (2005). *Manual de climatización*. Madrid, España: AMV Ediciones. ISB: 84-89922-46-2.
- [18] Secretaría de Energía (2001). *Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales*.
- [19] Miranda, A.L. (2004). *Aire acondicionado* (5ª Edición). Barcelona, España: CEAC. ISBN: 84-329-1079-1.
- [20] *Compresión scroll: mejoras en forma de espiral* (2010, Abril). Revista MUNDO HVACR, Año IX (112), 26-37.
- [21] *Aire acondicionado en grandes espacios: Confort y funcionalidad a gran escala* (2010, Mayo). Revista MUNDO HVACR, Año IX (113), 22-28.
- [22] *Soluciones para cada aplicación* (2010, Mayo). Revista MUNDO HVACR, Año IX (113), 11.
- [23] *Funcionalidad y confort de la mano* (2010, Agosto). Revista MUNDO HVACR, Año VI (64), 11.
- [24] *Fundamentos de climatización* (2009, Diciembre). Revista MUNDO HVACR, Año IX (108), 54.
- [25] García, D. (2007). *Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado*. Barcelona, España: UOC-Marcombo. ISBN OUC: 978-84-9788-691-8/ISB Marcombo: 978-84-267-1473-2.
- [26] Miranda, A.L. (2008). *Técnicas de climatización* (2ª edición). Barcelona, España: Marcombo.
- [27] CONAGUA (s.f.). *Normales climatológicas*. Recuperado el 19 de junio de 2013 del sitio web Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales8110/NORMAL23011.TXT>
- [28] Vílchez, C. (2009). *Archivos para confort térmico*. Recuperado el 12 de junio de 2013 del sitio web Claroscuros: Blog de Carolina Vilches. Fotografía, diseño e ilustración: <http://cvilchesmonzon.wordpress.com/tag/confort-termico/>
- [29] Sánchez, Z. (s.f.). *Remodelación de oficinas del PRI*.

- [30] Arce, R. (2009, Octubre). *Aparatos y espacios que consumen más energía*. Recuperado el 20 de junio de 2013 del sitio web de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE): http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos
- [31] Pérez, A. (2009, Noviembre). *Los errores más comunes en el manejo de energía en un edificio*. Revista MUNDO HVACR, Año IV (107), 18-20.
- [32] Flores, F. (2006, Diciembre). *Banco de pruebas de conductividad térmica de materiales aplicados en edificaciones*. Caos conciencia, Año 1 (1) ,17-28.
- [33] Bojórquez, I. & Castillo, S. (2011). *Estudio comparativo entre análisis de ciclo de vida y propiedades térmicas de sistemas constructivos utilizados en la vivienda*.
- [34] CURACRETO (2010, Julio). *Impermeabilizantes acrílicos*. Recuperado el 21 de junio de 2013 del sitio web CURACRETO:
<http://www.curacreto.com.mx/impermeabilizantes/acrilicos/aislacreto-termico.html>
- [35] IMPAC (2011, Agosto). *Lista de productos. Impac Pro*. Recuperado el 20 de junio de 2013 del sitio web IMPAC:
<http://www.impac.com.mx/impac/subsecciones.asp?seccion=584&subseccion=585>
- [36] OWENS CORNING (s.f.). *Foamular poliestireno extruido*. Recuperado el 20 de junio de 2013 del sitio web OWENS CORNING. INNOVATIONS FOR LIVING:
<http://www.owenscorning.com/worldwide/mexico/Foamular.asp>
- [37] FANOSA (s.f.). *Productos. Placa aislante*. Recuperado el 20 de junio de 2013 del sitio web FANOSA:
http://www.fanosa.com/productos/fichas_fanosa/pdf_maxima_calidad/placa_aislante.pdf
- [38] The Weather Channel (s.f.). *Clima*. Recuperado el 17 de junio de 2013 del sitio web Caribe Cancun: <http://www.cancuncaribe.com/Clima.htm>

APENDICES

APENDICE A

TABLA A.1 Valores para el cálculo del flujo de calor a través de la envolvente.

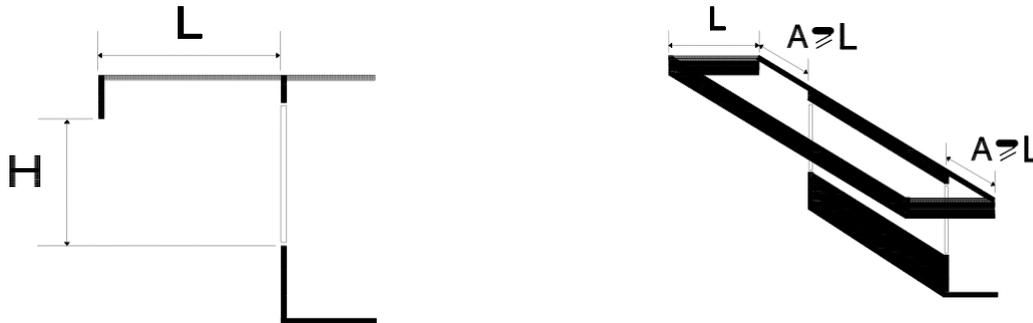
ESTADO	CIUDAD	CONDUCCIÓN																RADIACIÓN					Barrera para vapor	
		OPACA								TRANSPARENTE								TRANSPARENTE						
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m ² K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio FG (W/m ²)						
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas									
Techo	Muro	N	E			S	O	N	E	S	O	N	E		S	O	N	E	S	O				
AGUASCALIENTES	Aguascalientes	0.391	2.200	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
BAJA CALIF. SUR	La Paz	0.358	0.722	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
	Cabo San Lucas	0.360	0.798	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
BAJA CALIFORNIA	Ensenada	0.391	2.200	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	22	322	70	159	131	164	
	Mexicali	0.354	0.521	32	47	33	36	34	35	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164	
	Tijuana	0.391	2.200	26	37	24	26	25	25	29	32	31	32	21	23	23	24	24	322	70	159	131	164	
CAMPECHE	Campeche	0.357	0.640	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	284	95	152	119	133	Si
	Cd. del Carmen	0.356	0.601	31	45	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
COAHUILA	Monclova	0.357	0.666	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	
	Piedras Negras	0.356	0.598	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Saltillo	0.391	2.200	27	38	25	28	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	322	70	159	131	164	
	Torreón	0.360	0.792	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
COLIMA	Colima	0.362	1.020	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	274	91	137	118	146	Si
	Manzanillo	0.358	0.691	31	44	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	29	274	91	137	118	146	Si
CHIAPAS	Arriaga	0.357	0.629	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	Si
	Comitán	0.391	2.200	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	272	102	140	114	134	
	San Cristóbal	0.391	2.200	22	31	19	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134	
	Tapachula	0.361	0.867	30	43	29	33	31	31	35	38	37	38	25	26	27	27	28	272	102	140	114	134	Si
	Tuxtla Gutiérrez	0.362	1.033	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	272	102	140	114	134	Si
CHIHUAHUA	N. Casas Grandes	0.391	1.724	28	40	27	30	28	28	32	36	34	35	23	25	25	26	26	322	70	159	131	164	
	Chihuahua	0.365	1.362	28	41	27	30	29	29	33	36	35	36	24	25	26	26	26	322	70	159	131	164	
	Cd. Juárez	0.363	1.153	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	27	27	322	70	159	131	164	
	Hidalgo del Parral	0.391	2.200	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	23	24	25	25	25	322	70	159	131	164	
D.F.	México (a)	0.391	2.200	23	32	20	22	21	21	26	28	28	27	19	20	21	21	21	272	102	140	114	134	
DURANGO	Durango	0.391	2.200	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	322	70	159	131	164	
	Lerdo	0.360	0.848	30	43	29	33	31	31	35	39	37	38	25	26	27	28	28	322	70	159	131	164	
GUANAJUATO	Guanajuato	0.391	2.200	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146	
	León (b)	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
GUERRERO	Acapulco	0.356	0.621	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	Si
	Chilpancingo	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	34	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Zihuatanejo	0.362	0.944	29	42	29	32	30	30	34	38	36	37	25	26	27	27	27	274	91	137	118	146	
HIDALGO	Pachuca	0.391	2.200	22	30	18	20	20	19	24	26	26	26	18	19	19	19	20	272	102	140	114	134	
	Tulancingo	0.391	2.200	22	31	19	21	20	20	25	27	27	27	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134	

ESTADO	CIUDAD	CONDUCCIÓN																	RADIACIÓN					Barrera para vapor
		OPACA										TRANSPARENTE							TRANSPARENTE					
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m ² K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)															Factor de ganancia solar promedio FG (W/m ²)					
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas				Tragaluz y domo	N	E	S	O	
N	E	S	O			N	E	S	O	N	E	S	O											
JALISCO	Guadalajara (c)	0.391	2.200	26	37	24	27	26	26	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Huejucar	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Lagos de Morelos	0.391	2.200	26	36	23	26	25	25	29	32	31	31	21	23	23	23	24	274	91	137	118	146	
	Ocotlán	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	34	33	33	22	23	24	24	25	274	91	137	118	146	
	Puerto Vallarta	0.357	0.639	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	274	91	137	118	146	
MÉXICO	Chapingo	0.391	2.200	23	32	20	22	21	21	26	28	28	27	19	20	21	21	21	274	91	137	118	146	
	Toluca	0.391	2.200	21	28	17	18	18	17	23	25	25	24	17	18	18	18	19	274	91	137	118	146	
MICHOACÁN	Morelia	0.391	2.200	25	35	22	25	24	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	274	91	137	118	146	
	Lázaro Cárdenas	0.358	0.700	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	274	91	137	118	146	
	Uruapan	0.391	2.200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	274	91	137	118	146	
MORELOS	Cuernavaca	0.391	2.200	26	38	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Cuatla	0.391	1.368	28	41	27	30	29	29	33	36	35	36	24	25	26	26	26	274	91	137	118	146	
NAYARIT	Tepic	0.391	2.200	27	39	26	29	27	27	31	35	33	34	23	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
NUEVO LEÓN	Monterrey (d)	0.359	0.768	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	274	91	137	118	146	
OAXACA	Oaxaca	0.391	2.200	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	272	102	140	114	134	
	Salina Cruz	0.355	0.586	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	Si
PUEBLA	Puebla	0.391	2.200	24	33	21	23	22	22	27	29	29	28	20	21	21	21	22	272	102	140	114	134	
	Atlixco	0.391	2.200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	272	102	140	114	134	
	Tehuacán	0.391	2.200	25	35	22	25	24	24	28	31	30	30	21	22	22	23	23	272	102	140	114	134	
QUERÉTARO	Querétaro	0.391	2.200	26	37	24	26	25	25	29	33	32	32	21	23	23	24	24	274	91	137	118	146	
	San Juan del Río	0.391	2.200	24	34	22	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
QUINTANA ROO	Cozumel	0.359	0.763	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Chetumal	0.358	0.679	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	284	95	152	119	133	Si
	Cancún	0.355	0.587	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
	Playa del Carmen	0.356	0.623	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
SAN LUIS POTOSÍ	Río Verde	0.391	1.503	28	40	27	30	28	29	32	36	35	35	23	25	26	26	25	274	91	137	118	146	
	San Lui Potosí	0.391	2.200	24	34	21	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
	Cd. Valles	0.356	0.611	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
	Matehuala	0.391	2.200	27	39	25	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
SINALOA	Culiacán	0.355	0.579	31	46	32	35	33	34	37	41	39	41	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Mazatlán	0.358	0.720	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	322	70	159	131	164	Si
	Guasave	0.355	0.563	32	46	32	36	33	34	37	41	39	41	27	28	29	30	322	70	159	131	164		
	Los Mochis	0.357	0.651	31	45	31	34	32	33	36	40	38	40	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	

ESTADO	CIUDAD	CONDUCCIÓN																RADIACIÓN					Barrera para vapor	
		OPACA								TRANSPARENTE								TRANSPARENTE						
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m ² K)		Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio FG (W/m ²)						
				Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas				Tragaluz y domo	N	E	S		O
Techo	Muro	N	E			S	O	N	E	S	O	N	E		S	O								
SONORA	Guaymas	0.354	0.521	32	47	33	36	34	35	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164	Si
	Hermosillo	0.352	0.467	33	48	34	38	35	36	39	43	41	43	28	29	30	31	31	322	70	159	131	164	
	Cd. Obregón	0.357	0.634	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Navojoa	0.348	0.392	34	50	35	40	37	38	40	45	43	45	29	30	32	32	32	322	70	159	131	164	
	Nogales	0.391	1.557	28	40	27	30	28	28	32	36	35	35	23	25	26	26	26	322	70	159	131	164	
TABASCO	Villahermosa	0.354	0.540	32	46	32	36	34	34	38	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134	
	Comalcalco	0.356	0.617	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	
TAMAULIPAS	Cd. Victoria	0.357	0.631	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	
	Tampico	0.358	0.715	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si
	Matamoros	0.364	1.223	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	26	27	272	102	140	114	134	
	Reynosa	0.355	0.583	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	
	Nuevo Laredo	0.354	0.546	32	46	32	36	34	34	37	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134	
TLAXCALA	Tlaxcala	0.391	2.200	23	33	20	23	22	21	26	29	28	28	19	21	21	21	21	272	102	140	114	134	
VERACRUZ	Coatzacoalcos	0.358	0.677	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	272	102	140	114	134	Si
	Córdoba	0.391	2.200	27	38	25	28	27	26	31	34	33	33	22	24	24	25	25	272	102	140	114	134	
	Jalapa	0.391	2.200	25	35	23	25	24	24	28	31	31	31	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134	
	Orizaba	0.391	2.200	26	37	24	26	25	25	29	32	31	32	21	23	23	23	24	272	102	140	114	134	
	Tuxpan	0.360	0.792	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si
	Poza Rica	0.357	0.642	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	
	Veracruz	0.358	0.687	31	44	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si
YUCATÁN	Mérida	0.358	0.704	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Progreso	0.359	0.741	30	44	30	34	31	32	35	39	38	39	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Valladolid	0.360	0.815	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	26	27	28	28	284	95	152	119	133	Si
ZACATECAS	Fresnillo	0.391	2.200	24	34	21	23	22	22	27	30	29	29	20	21	21	22	22	274	91	137	118	146	
	Zacatecas	0.391	2.200	22	31	18	20	20	19	24	27	27	26	18	19	20	20	20	274	91	137	118	146	

- (a) Utilizar los mismos valores para los municipios conurbados del Estado de México que forman la zona metropolitana.
- (b) Utilizar los mismos valores para las ciudades de Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao.
- (c) Utilizar los mismos valores para los municipios de Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan.
- (d) Utilizar los mismos valores para los municipios de Apodaca, Garza García, Guadalupe, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina.

Tablas para determinar el Factor de Corrección de Sombreado Exterior (SE), por el uso de volados, ventanas remetidas y partesoles para diferentes orientaciones y latitudes.



VOLADO SOBRE LA VENTANA, CON EXTENSIÓN LATERAL MÁS ALLÁ DE LOS LÍMITES DE ÉSTA

Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente más allá de los límites de ésta (A), una distancia igual o mayor a la proyección del volado (L), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección establecido en la Tabla A.2.

Tabla A.2 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral más allá de los límites de ésta.

L/H	Este y Oeste		Sur	
	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)
0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.10	0.95	0.98	0.92	0.96
0.20	0.90	0.96	0.85	0.93
0.30	0.85	0.93	0.79	0.90
0.40	0.80	0.92	0.73	0.87
0.50	0.77	0.90	0.68	0.84
0.60	0.73	0.89	0.63	0.82
0.70	0.70	0.87	0.59	0.79
0.80	0.67	0.86	0.55	0.78
1.00	0.63	0.84	0.49	0.75
1.20	0.60	0.83	0.45	0.74

(*) **ZONA I** (latitud desde 33° y hasta 28°)

(**) **ZONA II** (latitud menor de 28° y hasta 14°)

Nota: El factor de corrección de sombreado exterior para ventanas orientadas al norte es 1.

VOLADO SOBRE LA VENTANA, CON EXTENSIÓN LATERAL HASTA LOS LÍMITES DE ÉSTA

Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente hasta los límites de ésta, o más allá de los límites de ésta, una distancia menor a la proyección del volado (L), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla A.3.

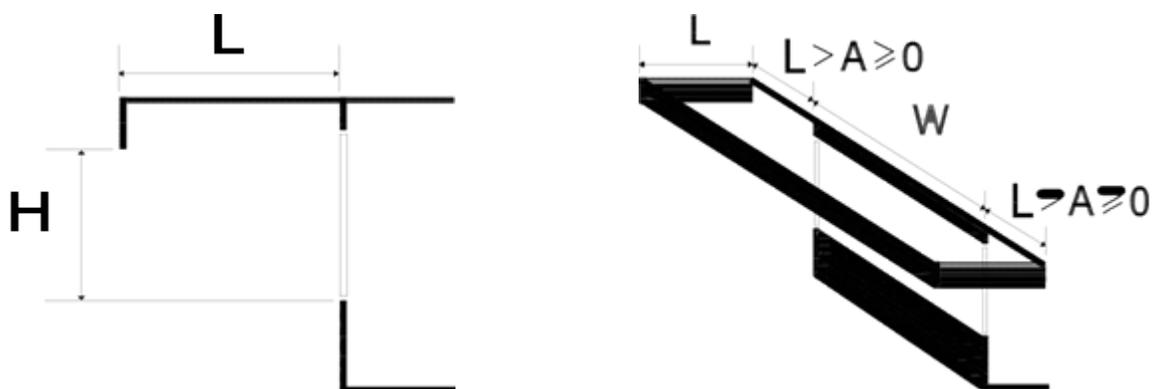


Tabla A.3 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral hasta los límites de ésta.

Ventanas al Norte con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H →	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89
0.2	0.90	0.85	0.82	0.81	0.80	0.80
0.3	0.88	0.81	0.77	0.74	0.73	0.72
0.4	0.84	0.77	0.72	0.69	0.67	0.66
0.5	0.82	0.73	0.67	0.64	0.62	0.61
0.6	0.80	0.70	0.63	0.60	0.57	0.56
0.7	0.79	0.67	0.61	0.56	0.53	0.52
0.8	0.78	0.66	0.58	0.53	0.50	0.49
1.0	0.75	0.64	0.54	0.48	0.44	0.43
1.2	0.73	0.62	0.51	0.44	0.40	0.39

Ventanas al Norte con latitud de 19° y hasta 23°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91
0.2	0.90	0.89	0.87	0.84	0.84	0.84
0.3	0.87	0.85	0.83	0.78	0.78	0.79
0.4	0.85	0.83	0.79	0.74	0.74	0.74
0.5	0.83	0.80	0.80	0.74	0.74	0.70
0.6	0.82	0.78	0.77	0.74	0.74	0.72
0.7	0.81	0.76	0.76	0.74	0.72	0.70
0.8	0.84	0.75	0.75	0.74	0.69	0.68
1.0	0.79	0.73	0.72	0.70	0.66	0.64
1.2	0.78	0.72	0.70	0.68	0.63	0.61

Ventanas al Norte con latitud de 23° y hasta 28°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93
0.2	0.90	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
0.3	0.86	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82
0.4	0.84	0.79	0.79	0.78	0.77	0.77
0.5	0.82	0.77	0.76	0.75	0.74	0.74
0.6	0.80	0.75	0.73	0.71	0.70	0.70
0.7	0.79	0.73	0.71	0.68	0.67	0.67
0.8	0.78	0.71	0.69	0.66	0.65	0.64
1.0	0.76	0.69	0.66	0.62	0.61	0.60
1.2	0.74	0.67	0.63	0.59	0.57	0.56

Ventanas al Norte con latitud de 28° y hasta 32°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93
0.2	0.92	0.91	0.89	0.88	0.88	0.88
0.3	0.90	0.88	0.86	0.84	0.84	0.84
0.4	0.89	0.86	0.83	0.81	0.81	0.80
0.5	0.87	0.84	0.81	0.78	0.78	0.77
0.6	0.86	0.82	0.80	0.76	0.75	0.74
0.7	0.86	0.81	0.78	0.74	0.73	0.72
0.8	0.85	0.80	0.77	0.72	0.71	0.70
1.0	0.84	0.79	0.74	0.69	0.68	0.67
1.2	0.84	0.78	0.72	0.68	0.66	0.65

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.92	0.91	0.90	0.89	0.89
0.2	0.89	0.84	0.83	0.81	0.80	0.79
0.3	0.86	0.78	0.76	0.73	0.71	0.71
0.4	0.83	0.73	0.70	0.65	0.64	0.63
0.5	0.79	0.69	0.65	0.59	0.58	0.57
0.6	0.77	0.65	0.61	0.54	0.52	0.51
0.7	0.76	0.63	0.58	0.50	0.48	0.47
0.8	0.74	0.61	0.54	0.46	0.44	0.43
1.0	0.72	0.57	0.48	0.40	0.37	0.36
1.2	0.71	0.54	0.44	0.36	0.32	0.30

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 19° y hasta 23°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
0.2	0.87	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85
0.3	0.82	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79
0.4	0.78	0.76	0.74	0.73	0.73	0.73
0.5	0.75	0.72	0.69	0.68	0.68	0.68
0.6	0.73	0.68	0.65	0.64	0.64	0.63
0.7	0.70	0.65	0.62	0.60	0.59	0.59
0.8	0.68	0.62	0.59	0.57	0.56	0.56
1.0	0.65	0.58	0.54	0.51	0.50	0.50
1.2	0.63	0.55	0.50	0.47	0.45	0.45

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 23° y hasta 28°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.10	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91
0.20	0.86	0.85	0.84	0.83	0.83	0.83
0.30	0.82	0.79	0.77	0.76	0.76	0.76
0.40	0.78	0.74	0.72	0.70	0.70	0.70
0.50	0.74	0.70	0.67	0.65	0.64	0.64
0.60	0.71	0.66	0.62	0.60	0.59	0.59
0.70	0.69	0.63	0.59	0.56	0.55	0.55
0.80	0.67	0.60	0.55	0.52	0.51	0.51
1.00	0.64	0.56	0.50	0.46	0.45	0.45
1.20	0.61	0.53	0.46	0.42	0.40	0.40

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 32°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
0.2	0.87	0.86	0.83	0.83	0.83	0.82
0.3	0.83	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74
0.4	0.79	0.74	0.72	0.69	0.68	0.67
0.5	0.76	0.70	0.67	0.63	0.62	0.61
0.6	0.73	0.66	0.62	0.59	0.57	0.56
0.7	0.71	0.63	0.58	0.55	0.52	0.52
0.8	0.69	0.60	0.55	0.51	0.49	0.48
1.0	0.66	0.56	0.49	0.45	0.43	0.41
1.2	0.64	0.52	0.45	0.40	0.38	0.36

Ventanas al Sur con latitud de 14° y hasta 19°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.94	0.91	0.90	0.87	0.86	0.86
0.2	0.90	0.84	0.81	0.76	0.75	0.74
0.3	0.87	0.78	0.74	0.68	0.65	0.64
0.4	0.84	0.74	0.68	0.61	0.57	0.55
0.5	0.81	0.71	0.63	0.55	0.51	0.49
0.6	0.79	0.69	0.60	0.50	0.46	0.43
0.7	0.78	0.67	0.56	0.46	0.42	0.39
0.8	0.77	0.66	0.54	0.43	0.39	0.36
1.0	0.76	0.64	0.50	0.39	0.34	0.31
1.2	0.76	0.62	0.47	0.36	0.30	0.28

Ventanas al Sur con latitud de 19° y hasta 23°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.92	0.91	0.91	0.89	0.86	0.87
0.2	0.87	0.84	0.84	0.82	0.81	0.75
0.3	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.71
0.4	0.79	0.74	0.72	0.72	0.73	0.69
0.5	0.75	0.71	0.67	0.67	0.67	0.64
0.6	0.73	0.67	0.63	0.63	0.62	0.59
0.7	0.71	0.64	0.60	0.59	0.58	0.55
0.8	0.70	0.62	0.57	0.56	0.54	0.51
1.0	0.68	0.60	0.53	0.51	0.49	0.46
1.2	0.67	0.58	0.50	0.48	0.45	0.42

Ventanas al Sur con latitud de 23° y hasta 28°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.91	0.89	0.89	0.89	0.88	0.88
0.2	0.86	0.82	0.80	0.79	0.79	0.79
0.3	0.82	0.77	0.73	0.72	0.71	0.71
0.4	0.80	0.72	0.68	0.65	0.65	0.64
0.5	0.76	0.69	0.63	0.60	0.59	0.58
0.6	0.74	0.65	0.59	0.55	0.53	0.53
0.7	0.73	0.63	0.55	0.51	0.49	0.48
0.8	0.71	0.61	0.52	0.47	0.45	0.44
1.0	0.69	0.58	0.48	0.42	0.40	0.38
1.2	0.68	0.56	0.46	0.39	0.36	0.35

Ventanas al Sur con latitud de 28° y hasta 32°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84
0.2	0.85	0.79	0.77	0.74	0.73	0.72
0.3	0.81	0.74	0.69	0.65	0.63	0.62
0.4	0.78	0.69	0.63	0.58	0.55	0.54
0.5	0.76	0.67	0.59	0.53	0.50	0.48
0.6	0.75	0.64	0.56	0.49	0.46	0.44
0.7	0.74	0.63	0.53	0.46	0.43	0.41
0.8	0.74	0.62	0.52	0.44	0.41	0.39
1.0	0.73	0.61	0.50	0.42	0.39	0.37
1.2	0.73	0.60	0.49	0.40	0.37	0.35

VENTANA REMETIDA

Si se construye una ventana remetida, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla A.4.

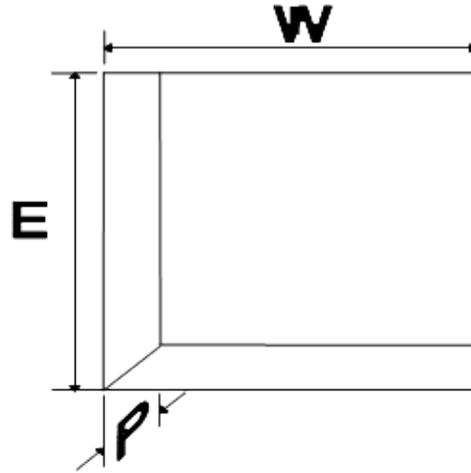


Tabla A.4 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas remetidas.

Ventanas al Norte con latitud de 14° y hasta 19°						
W/E →	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.71	0.82	0.87	0.88	0.88	0.89
0.2	0.57	0.64	0.74	0.75	0.79	0.80
0.3	0.45	0.54	0.62	0.68	0.68	0.72
0.4	0.38	0.48	0.53	0.62	0.63	0.65
0.5	0.28	0.42	0.47	0.57	0.57	0.57
0.6	0.27	0.33	0.42	0.50	0.52	0.52
0.7	0.22	0.29	0.37	0.46	0.49	0.49
0.8	0.21	0.25	0.35	0.40	0.45	0.45
1.0	0.17	0.17	0.29	0.34	0.38	0.40
1.2	0.13	0.15	0.23	0.30	0.32	0.36

Ventanas al Norte con latitud de 19° y hasta 23°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.69	0.83	0.86	0.89	0.90	0.91
0.2	0.57	0.68	0.72	0.78	0.83	0.84
0.3	0.45	0.61	0.87	0.72	0.74	0.78
0.4	0.38	0.56	0.79	0.67	0.70	0.73
0.5	0.29	0.52	0.75	0.75	0.65	0.67
0.6	0.28	0.45	0.69	0.69	0.70	0.64
0.7	0.24	0.42	0.65	0.67	0.67	0.67
0.8	0.23	0.39	0.63	0.62	0.65	0.64
1.0	0.20	0.32	0.58	0.57	0.60	0.61
1.2	0.17	0.30	0.52	0.54	0.55	0.58

Ventanas al Norte con latitud de 23° y hasta 28°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.70	0.83	0.90	0.92	0.92	0.93
0.2	0.54	0.66	0.80	0.83	0.87	0.87
0.3	0.40	0.57	0.71	0.77	0.78	0.81
0.4	0.32	0.51	0.63	0.73	0.74	0.77
0.5	0.22	0.46	0.60	0.69	0.69	0.70
0.6	0.20	0.39	0.54	0.63	0.66	0.67
0.7	0.16	0.35	0.50	0.60	0.63	0.64
0.8	0.14	0.32	0.48	0.55	0.60	0.61
1.0	0.10	0.24	0.43	0.49	0.55	0.57
1.2	0.06	0.23	0.37	0.46	0.49	0.53

Ventanas al Norte con latitud de 28° y hasta 32°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.71	0.85	0.91	0.92	0.92	0.93
0.2	0.58	0.71	0.81	0.83	0.87	0.87
0.3	0.47	0.63	0.73	0.78	0.80	0.83
0.4	0.41	0.58	0.66	0.75	0.77	0.78
0.5	0.34	0.53	0.62	0.71	0.73	0.74
0.6	0.33	0.47	0.59	0.67	0.71	0.70
0.7	0.30	0.44	0.55	0.65	0.68	0.68
0.8	0.30	0.42	0.54	0.61	0.66	0.66
1.0	0.27	0.36	0.51	0.56	0.61	0.63
1.2	0.25	0.35	0.46	0.54	0.57	0.60

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 14° y hasta 19°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,1	0,80	0,85	0,89	0,89	0,88	0,89
0,2	0,68	0,68	0,77	0,76	0,79	0,79
0,3	0,57	0,60	0,67	0,68	0,68	0,70
0,4	0,49	0,53	0,58	0,60	0,61	0,63
0,5	0,41	0,47	0,51	0,54	0,55	0,54
0,6	0,39	0,39	0,44	0,48	0,49	0,49
0,7	0,35	0,35	0,39	0,43	0,45	0,44
0,8	0,33	0,32	0,36	0,38	0,40	0,40
1,0	0,29	0,23	0,30	0,31	0,33	0,34
1,2	0,25	0,21	0,24	0,27	0,27	0,29

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 19° y hasta 23°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.78	0.87	0.91	0.91	0.92	0.92
0.2	0.64	0.73	0.80	0.82	0.85	0.85
0.3	0.51	0.63	0.72	0.76	0.76	0.79
0.4	0.42	0.56	0.63	0.70	0.71	0.72
0.5	0.32	0.50	0.58	0.65	0.66	0.66
0.6	0.29	0.43	0.53	0.59	0.61	0.62
0.7	0.23	0.38	0.48	0.55	0.57	0.58
0.8	0.21	0.34	0.45	0.50	0.53	0.54
1.0	0.15	0.26	0.38	0.43	0.47	0.48
1.2	0.11	0.23	0.32	0.39	0.41	0.44

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 23° y hasta 28°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.77	0.86	0.90	0.91	0.91	0.92
0.2	0.62	0.71	0.79	0.80	0.83	0.83
0.3	0.49	0.62	0.69	0.73	0.73	0.76
0.4	0.39	0.54	0.60	0.66	0.67	0.69
0.5	0.30	0.48	0.55	0.61	0.62	0.62
0.6	0.27	0.40	0.49	0.54	0.56	0.57
0.7	0.21	0.35	0.44	0.50	0.52	0.53
0.8	0.19	0.31	0.40	0.45	0.49	0.49
1.0	0.14	0.23	0.35	0.38	0.42	0.43
1.2	0.10	0.19	0.28	0.34	0.35	0.38

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 32°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.83	0.88	0.90	0.91	0.91	0.91
0.2	0.73	0.76	0.80	0.81	0.82	0.82
0.3	0.63	0.67	0.72	0.73	0.73	0.75
0.4	0.56	0.60	0.64	0.66	0.66	0.67
0.5	0.48	0.55	0.58	0.60	0.60	0.60
0.6	0.45	0.48	0.52	0.55	0.55	0.55
0.7	0.40	0.44	0.47	0.50	0.51	0.50
0.8	0.38	0.40	0.44	0.45	0.47	0.47
1.0	0.33	0.33	0.38	0.39	0.41	0.41
1.2	0.29	0.29	0.32	0.34	0.35	0.36

Ventanas al Sur con latitud de 14° y hasta 19°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.77	0.83	0.87	0.85	0.85	0.87
0.2	0.66	0.67	0.74	0.71	0.74	0.73
0.3	0.57	0.59	0.62	0.62	0.61	0.63
0.4	0.52	0.53	0.52	0.55	0.53	0.54
0.5	0.46	0.47	0.47	0.49	0.47	0.46
0.6	0.44	0.40	0.41	0.42	0.42	0.41
0.7	0.41	0.37	0.37	0.39	0.38	0.37
0.8	0.41	0.35	0.35	0.34	0.35	0.34
1.0	0.38	0.28	0.31	0.29	0.30	0.29
1.2	0.36	0.27	0.26	0.26	0.25	0.26

Ventanas al Sur con latitud de 19° y hasta 23°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.72	0.83	0.89	1.04	0.85	0.87
0.2	0.55	0.67	0.76	0.91	0.80	0.74
0.3	0.40	0.56	0.67	0.82	0.75	0.71
0.4	0.31	0.48	0.58	0.75	0.69	0.68
0.5	0.21	0.41	0.52	0.68	0.63	0.61
0.6	0.19	0.34	0.46	0.61	0.58	0.56
0.7	0.14	0.29	0.41	0.56	0.54	0.52
0.8	0.13	0.26	0.37	0.50	0.50	0.49
1.0	0.10	0.20	0.32	0.43	0.44	0.43
1.2	0.08	0.18	0.27	0.40	0.39	0.40

Ventanas al Sur con latitud de 23° y hasta 28°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.74	0.81	0.86	0.88	0.87	0.88
0.2	0.56	0.66	0.74	0.75	0.78	0.79
0.3	0.43	0.55	0.63	0.67	0.68	0.71
0.4	0.36	0.49	0.54	0.61	0.62	0.63
0.5	0.28	0.42	0.49	0.55	0.55	0.56
0.6	0.26	0.34	0.43	0.48	0.50	0.50
0.7	0.22	0.31	0.38	0.44	0.46	0.46
0.8	0.21	0.27	0.35	0.38	0.42	0.42
1.0	0.19	0.21	0.30	0.33	0.35	0.37
1.2	0.17	0.19	0.25	0.29	0.31	0.33

Ventanas al Sur con latitud de 28° y hasta 32°						
W/E→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
P/E						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.73	0.80	0.84	0.84	0.84	0.84
0.2	0.60	0.64	0.70	0.70	0.72	0.71
0.3	0.50	0.55	0.60	0.61	0.60	0.62
0.4	0.46	0.48	0.51	0.54	0.53	0.54
0.5	0.40	0.45	0.47	0.49	0.48	0.47
0.6	0.39	0.40	0.42	0.44	0.44	0.43
0.7	0.36	0.37	0.39	0.41	0.41	0.40
0.8	0.36	0.35	0.38	0.38	0.40	0.38
1.0	0.34	0.31	0.36	0.35	0.37	0.36
1.2	0.32	0.30	0.32	0.34	0.34	0.35

PARTESOLES

Si se construye una ventana con partesoles, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior de la Tabla A.5.

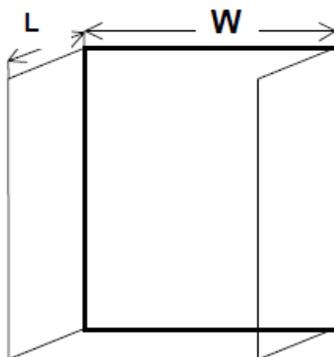


Tabla A.5 Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas con partesoles.

Latitud 14° hasta 19°			
L/W	Norte	Este y oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.52	0.64	0.56
1	0.26	0.44	0.34
1.5	0.13	0.35	0.24
2	0.05	0.30	0.17
Latitud 19° hasta 23°			
L/W	Norte	Este y oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.54	0.67	0.56
1	0.28	0.45	0.32
1.5	0.16	0.32	0.20
2	0.09	0.24	0.14
Latitud 23° hasta 28°			
L/W	Norte	Este y oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.54	0.67	0.57
1	0.28	0.47	0.31
1.5	0.15	0.35	0.18
2	0.06	0.27	0.11
Latitud 28° hasta 32°			
L/W	Norte	Este y oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.53	0.77	0.62
1	0.28	0.62	0.40
1.5	0.16	0.53	0.29
2	0.10	0.47	0.23

Ejemplos de interpolación de datos en las Tablas anteriores.

Primer caso.

Supóngase la siguiente Tabla:

W/H →	x_n	x_{n+1}
L/H		
y_n	a	b
y_{n+1}	c	d

Si el valor buscado corresponde a:

$$Y_n < Y < Y_{n+1} \quad y \quad X_n < X < X_{n+1}$$

donde:

$X_n, X_{n+1}, Y_n, Y_{n+1}$ son los índices de las Tabla y "X" y "Y" son los valores que correspondan al resultado buscado en la Tabla, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_X = \frac{(X - X_n)}{(X_{n+1} - X_n)}$$

$$F_Y = \frac{(Y - Y_n)}{(Y_{n+1} - Y_n)}$$

$$\text{Valor buscado} = F_X F_Y (d - c - b + a) + F_X (b - a) + F_Y (c - a) + a$$

Ejemplo 1. Supóngase una ventana orientada al oeste en un edificio con latitud de 19° 40'. La ventana tiene una altura de 80 cm (H), un ancho de 135 cm (W) y un volado de 135 cm de ancho (A= 0) y una proyección de 65 cm (L).

$$L/H = 65/80 = 0.8125 = Y$$

$$W/H = 135/80 = 1.6875 = X$$

Se utiliza la siguiente Tabla:

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 32°						
W/H→	0.5	1	2	4	6	8 y mayor
L/H						
0.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
0.2	0.87	0.86	0.83	0.83	0.83	0.82
0.3	0.83	0.79	0.78	0.76	0.75	0.74
0.4	0.79	0.74	0.72	0.69	0.68	0.67
0.5	0.76	0.70	0.67	0.63	0.62	0.61
0.6	0.73	0.66	0.62	0.59	0.57	0.56
0.7	0.71	0.63	0.58	0.55	0.52	0.52
0.8	0.69	0.60	0.55	0.51	0.49	0.48
1.0	0.66	0.56	0.49	0.45	0.43	0.41
1.2	0.64	0.52	0.45	0.40	0.38	0.36

$$F_X = \frac{(1.6875 - 1)}{(2 - 1)} = 0.6875$$

$$F_Y = \frac{(0.8125 - 0.8)}{(1.0 - 0.8)} = 0.0625$$

$$\text{Factor de corrección por sombreado exterior} = 0.6875 \times 0.0625(0.49 - 0.56 + 0.60) + 0.6875(0.55 - 0.60) + 0.0625(0.56 - 0.6) + 0.60 = 0.5623$$

Segundo caso.

Supóngase la siguiente Tabla:

L/W	Norte	Este y Oeste	Sur
Y_n	a		
Y_{n+1}	b		

Si el valor buscado corresponde a:

$$Y_n < Y < Y_{n+1}$$

donde:

Y_n e Y_{n+1} son los índices de la Tabla, y a y b los valores anterior y posterior, que corresponden al valor buscado en la Tabla, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Valor buscado} = \frac{b - a}{Y_{n+1} - Y_n} (Y - Y_n) + a$$

Ejemplo 2. Supóngase una ventana orientada al Norte, en un edificio con latitud 15° . La ventana tiene un ancho de 150 cm (W) y el parteso un ancho de 80 cm (L).

$$L/W = 0,80/1,50 = 0,5333 = Y$$

Se utiliza la siguiente Tabla:

Latitud 14° hasta 19°			
L/W	Norte	Este y oeste	Sur
0	1.00	1.00	1.00
0.5	0.52	0.64	0.56
1	0.26	0.44	0.34
1.5	0.13	0.35	0.24
2	0.05	0.30	0.17

$$\text{Factor de corrección por sombreado exterior} = \frac{0.26 - 0.52}{1.0 - 0.5} (0.5333 - 0.5) + 0.52 = 0.537$$

APENDICE B

CÁLCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR (K)

El coeficiente global de transferencia de calor se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{M} \quad (B.1)$$

donde:

K: es el coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en W/m² K.

M: es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m² K /W.

B.1 Aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio formado por capas homogéneas.

El aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio formado con capas térmicamente homogéneas, y perpendiculares al flujo del calor, deben de calcularse con la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n} \quad (B.2)$$

donde:

M: es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m² K/W.

h_i: es la conductancia superficial interior, en W/m² K. Su valor es 8.1 para superficies verticales, 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), y 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).

h_e: es la conductancia superficial exterior, y es igual a 13 W/m² K.

n: es el número de capas que forman la porción de la envolvente del edificio.

l: es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en m.

λ: es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en W/m K.

B.2: Aislamiento térmico total de porciones formadas por capas homogéneas y capas no homogéneas.

El aislamiento térmico total de las porciones de las envolvente de un edificio, formado con capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogéneas paralelas a la superficie, como se muestra esquemáticamente en la Figura 1A, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{\frac{1}{M_{parcial}} + \frac{F_1}{g/\lambda_1} + \frac{F_2}{g/\lambda_2} + \frac{F_n}{g/\lambda_m}} \quad (B.3)$$

$$M_{parcial} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{t_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{t_n}{\lambda_n} \quad (B.4)$$

donde:

$M_{parcial}$: es el aislamiento térmico parcial de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie ($m^2 K/W$). Es la suma de todos los aislamientos térmicos de todas las capas y aislamientos superficiales que componen la parte de la envolvente del edificio, excepto lo de la capa no homogénea.

m : es el número de materiales que forman la capa no homogénea.

F : es la fracción del área total de la porción de la envolvente del edificio, ocupada por cada material en la capa no homogénea.

g : es el grueso de la capa no homogénea.

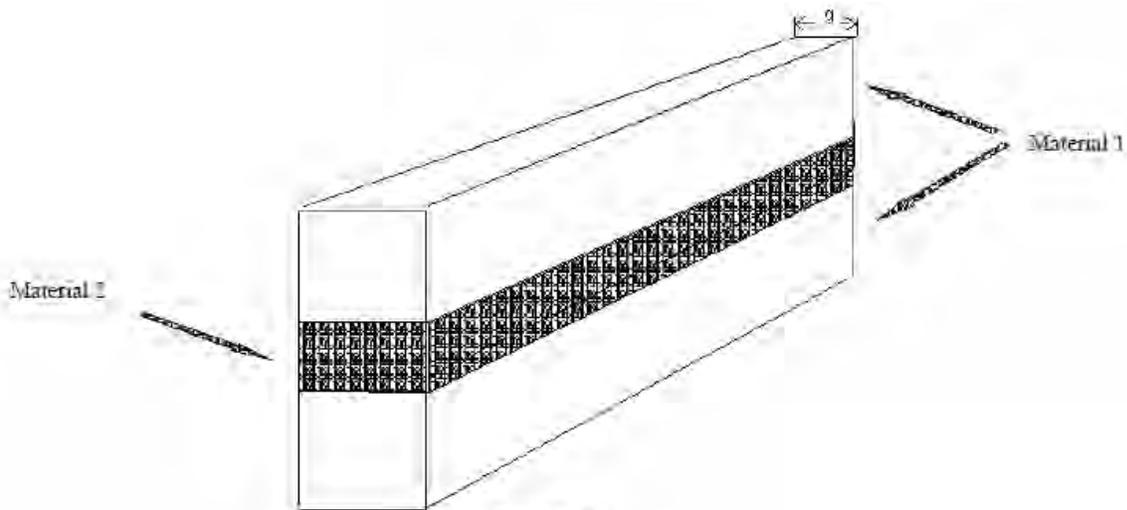


Figura B.1

Ejemplo

Supóngase un muro estructurado de la forma siguiente: madera con triplay y mortero en la superficie exterior, tablero de yeso en la superficie interior y entre ambos una estructura de madera con polines verticales y aislante térmico.

Entonces, la estructura de madera (polines), y el aislamiento térmico son lo que se llama capas no homogéneas. En este caso particular se asume que el aislante térmico es el material 1 y que los polines son el material 2 (véase la figura B.1). Para fines de cálculo se utilizarán las áreas totales.

Datos requeridos para el cálculo:

$$h_e = 13 \text{ W/m K}$$

Mortero de cal al exterior de 5mm	$\lambda = 0.872 \text{ W/m K}$	$l = 0.005\text{m}$
Triplay de 9.6mm	$\lambda = 0.116 \text{ W/m K}$	$l = 0.0096\text{m}$
Aislante térmico	$\lambda = 0.035 \text{ W/m K}$	$l = 0.1\text{m}$
Polín de madera de 0.05 por 0.1m	$\lambda = 0.130 \text{ W/m K}$	$l = 0.1\text{m}$
Tablero de yeso de 9.6mm	$\lambda = 0.168 \text{ W/m K}$	$l = 0.0096\text{m}$

$$h_i = 8.1 \text{ W/m K}$$

El muro es de 2.4 m de altura y de 10 m de ancho. Por lo tanto, incluyendo los polines de los extremos se cuenta con 17 polines (se supone que la distancia entre polines es de 60 cm).

$$\text{Área de muro} = 2.4 \times 10 = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de polines} = 17 \times 0.05 \times 2.4 = 2.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Fracción del área total de polines} = 2.04/24 = 0.085$$

$$\text{Fracción del área total de aislante térmico} = (24-2.04)/24 = 0.915$$

$$M_{parcial} = \frac{1}{8.1} + \frac{1}{13} + \frac{0.005}{0.872} + \frac{0.0096}{0.116} + \frac{0.0096}{0.168} = 0.3460152 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$M = \frac{1}{\frac{1}{0.3460152} + \frac{0.085}{0.1/0.130} + \frac{0.915}{0.1/0.035}} = 0.03011326 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$K = \frac{1}{0.03011326} = 3.321 \text{ W/m}^2\text{K}$$

APENDICE C

VALORES DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Muros

Subíndice	Descripción	L Espesor(m)	λ Conductividad Térmica (W/m K)
1	Pintura exterior vinílica	0.001	0.26
2	Aplanado de cal-arena-cemento (mortero) exterior *	0.02	0.721
3	Block hueco de concreto vibro prensado *	0.15	0.998
4	Aplanado de cal-arena-cemento (mortero) interior *	0.02	0.721
5	Pintura interior vinílica	0.001	0.26

Muretes

1	Pintura vinílica	0.001	0.26
2	Aplanado de yeso exterior *	0.02	0.321
3	Tabla roca *	0.12	0.16
4	Aplanado de yeso interior *	0.02	0.321
5	Pintura vinílica	0.001	0.26

Ventanas

1	Vidrio florentino (Polarizado) *	0.003	0.814
---	----------------------------------	-------	-------

Puertas

1	Madera (Caoba) **	0.04	0.16
1	Vidrio florentino (Polarizado) *	0.003	0.814

Techo primer nivel

1	Mosaico de pasta *	0.007	1.047
2	Aplanado de cal-arena-cemento (mortero) *	0.02	0.721
3	Concreto armado *	0.05	1.74
4	Vigueta y bovedilla *	0.25	0.99
5	Aplanado de cal-arena-cemento (mortero) *	0.02	0.721
6	Pintura vinílica	0.001	0.26

Techo segundo nivel

1	Calcreto *	0.02	0.372
2	Concreto armado *	0.05	1.74
3	Vigueta y bovedilla *	0.25	0.99
4	Aplanado de cal-arena-cemento (mortero) *	0.02	0.721
5	Pintura vinílica	0.001	0.26

Impermeabilizante

Subíndice	Material	L Espesor(m)	λ Conductividad Térmica (W/m K)
I1	Aislacreto térmico †	0.0015	0.0564
I2	IMPAC Sokul ††	0.0015	0.0503

Aislante térmico

Subíndice	Material	L Espesor(m)	λ Conductividad Térmica (W/m K)
A1	Placa de poliestireno extruido °	0.025	0.02884
A2	Placa de poliestireno expandido °°	0.0127	0.037

* [32]

** [33]

† [34]

†† [35]

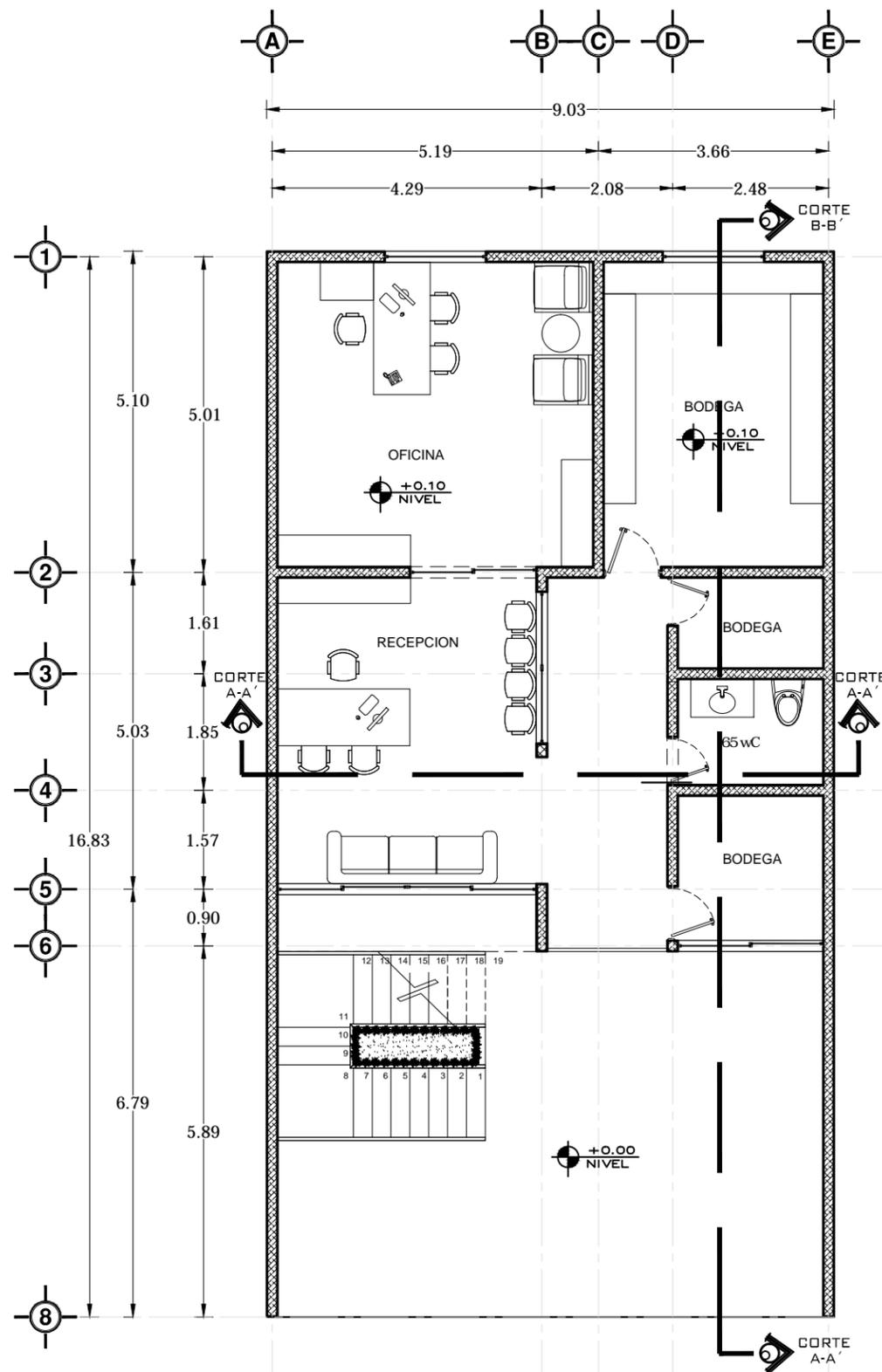
° [36]

°° [37]

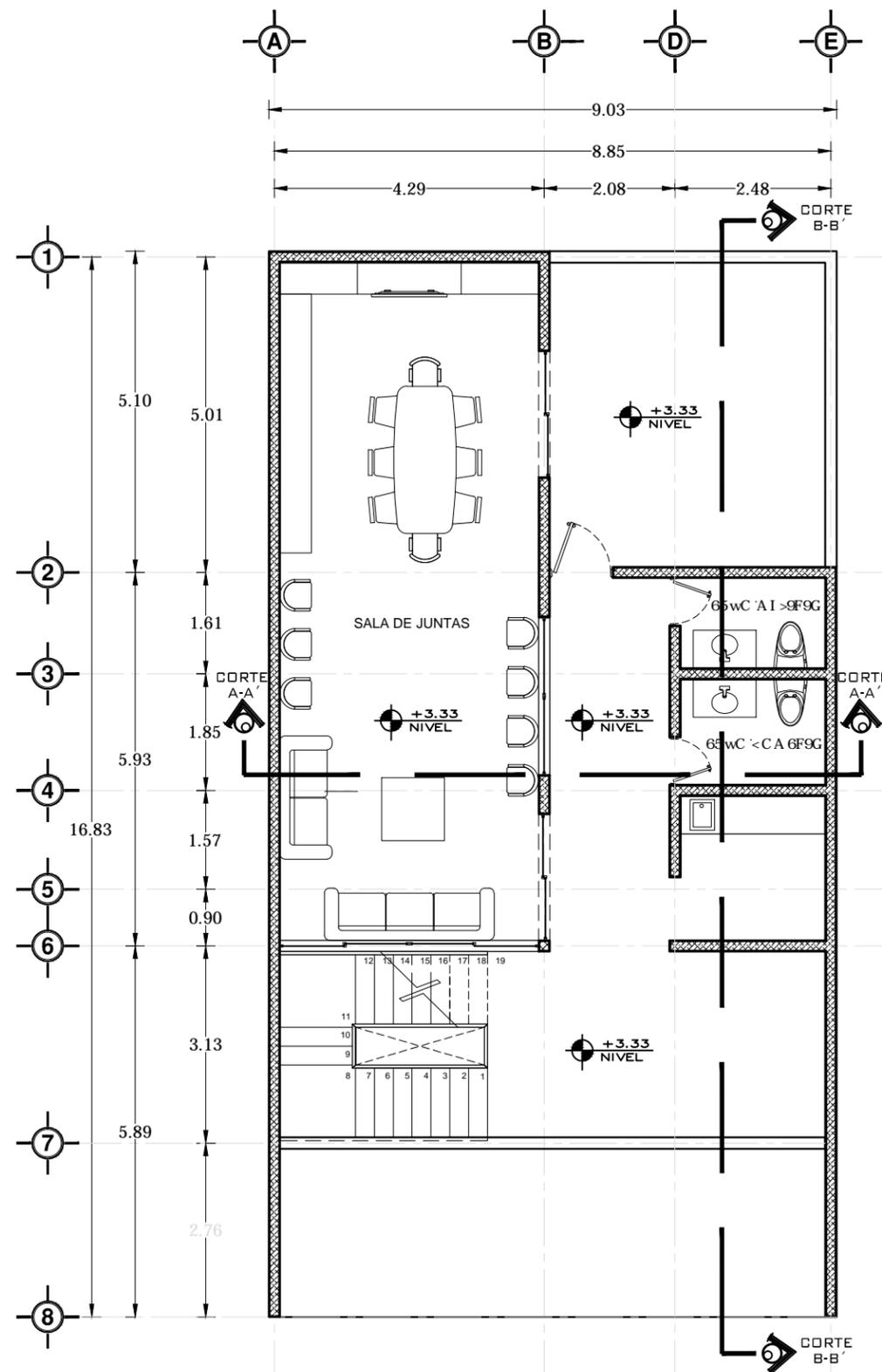
ANEXOS

ANEXO 1

PLANTAS ARQUITECTÓNICAS, CORTES, FACHAS E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL



PLANTA ARQUITECTONICA
BAJA
Esc. 1:100



PLANTA ARQUITECTONICA
SEGUNDO NIVEL
Esc. 1:100



SIMBOLOGIA

- |-0.79| INDICA COTAS A EJE
- NIVEL INDICA NIVEL DE PISO
- ⊕ INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO HORIZONTAL
- ⊖ INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO VERTICAL
- ⤴ CORTE INDICA DIRECCION DE CORTE
- N.P.+.. INDICA NIVEL DE PRETIL
- N.T.C.+.. INDICA NIVEL DE TOPE DE CONCRETO
- N.L.B.L.+.. INDICA NIVEL DE LECHO BAJO DE LOSA
- N.B.+.. INDICA NIVEL DE BARANDAL
- N.P.T.+.. INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
- ✕ INDICA CORTE DE ELEMENTO
- INDICA PROYECCION DE ELEMENTO
- ▬ INDICA MURETE
- ▬ INDICA MURO DE BLOCK

NOTAS

*.-Las medidas de planta baja se ajustan a lo ya construido en sitio.

PROYECTO:
REMODELACION DE OFICINAS DEL PRI

UBICACION:
MUNICIPIO DE LAZARO CARDENAS

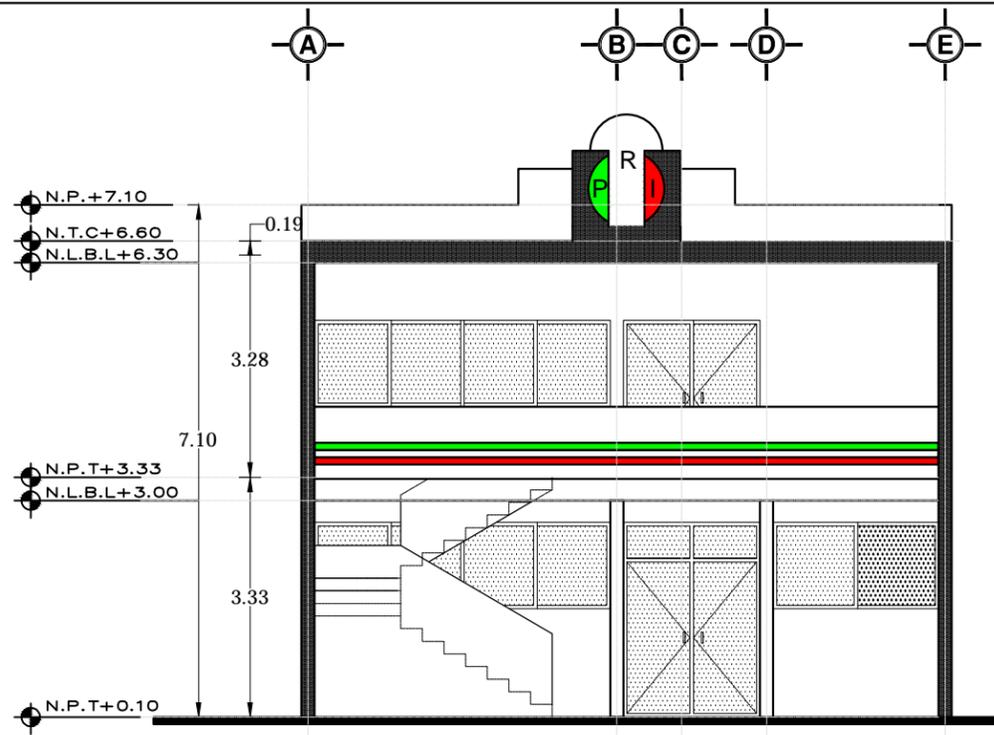
PROPIETARIO:
PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL

REALIZO:
ARQ. ZULEIMA SANCHEZ SULUB

TITULO DEL PLANO:
PLANTAS ARQUITECTONICAS, CORTES Y FACHAS.

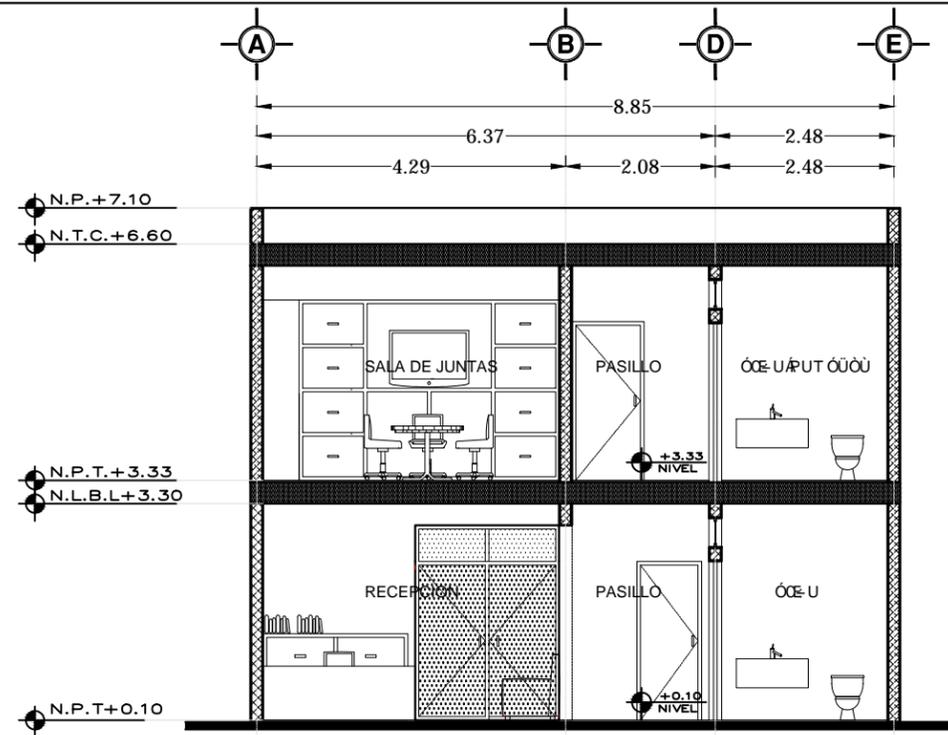
ESCALA:
INDICADA.

ESCALA GRAFICA:
CLAVE: PRI ARQ 01.01



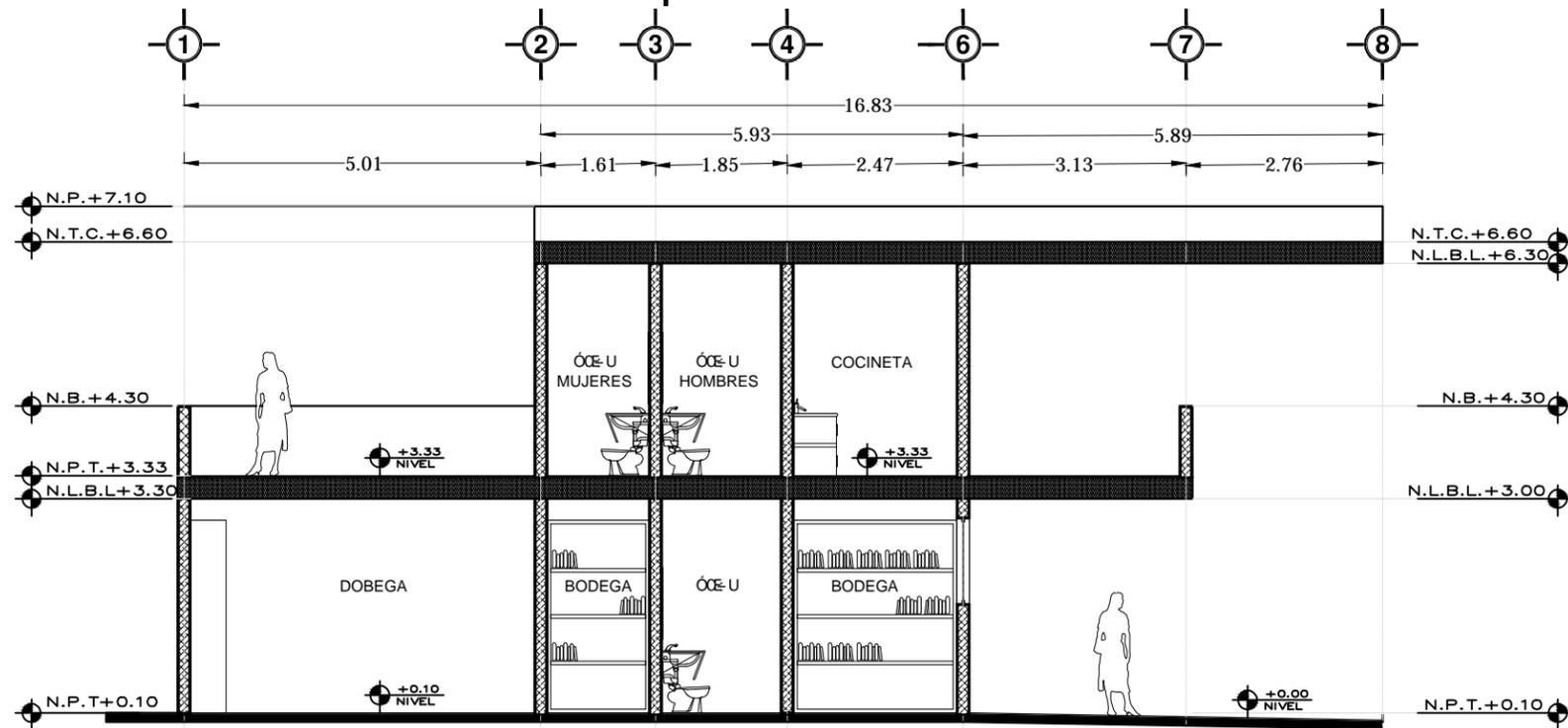
FACHADA PRINCIPAL

Esc. 1:100



CORTE LONGITUDINAL A-A'

Esc. 1:100



CORTE TRANSVERSAL B-B'

Esc. 1:100



SIMBOLOGIA

- INDICA COTAS A EJE
- INDICA NIVEL DE PISO
- INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO HORIZONTAL
- INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO VERTICAL
- INDICA DIRECCION DE CORTE
- N.P.+.. INDICA NIVEL DE PRETIL
- N.T.C.+.. INDICA NIVEL DE TOPE DE CONCRETO
- N.L.B.L.+.. INDICA NIVEL DE LECHO BAJO DE LOSA
- N.B.+.. INDICA NIVEL DE BARANDAL
- N.P.T.+.. INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
- INDICA CORTE DE ELEMENTO
- INDICA PROYECCION DE ELEMENTO
- INDICA MURETE
- INDICA MURO DE BLOCK

NOTAS

*.-Las medidas de planta baja se ajustan a lo ya construido en sitio.

PROYECTO:
REMODELACION DE OFICINAS DEL PRI

UBICACION:
MUNICIPIO DE LAZARO CARDENAS

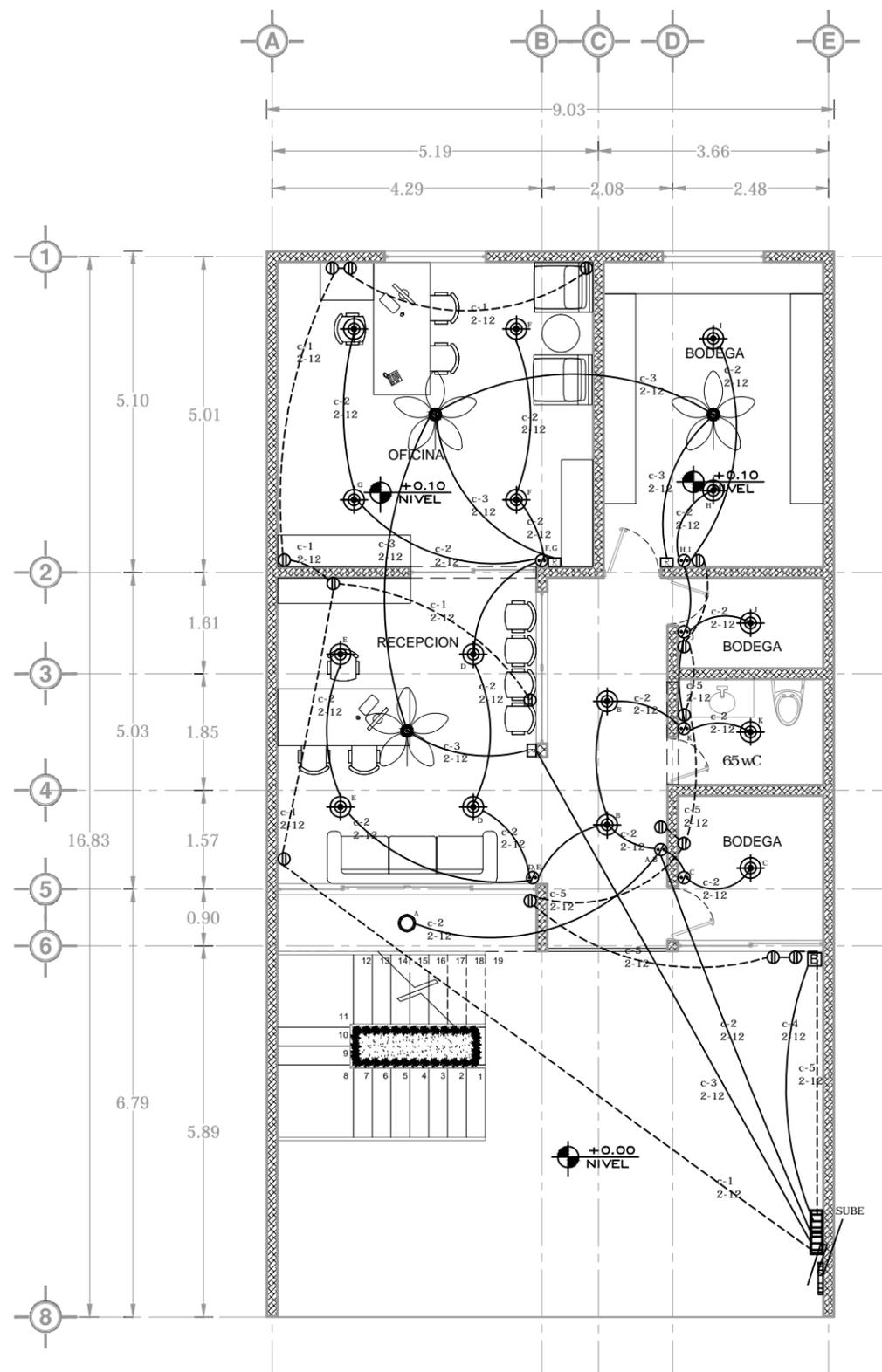
PROPIETARIO:
PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL

REALIZO:
ARQ. ZULEIMA SANCHEZ SULUB

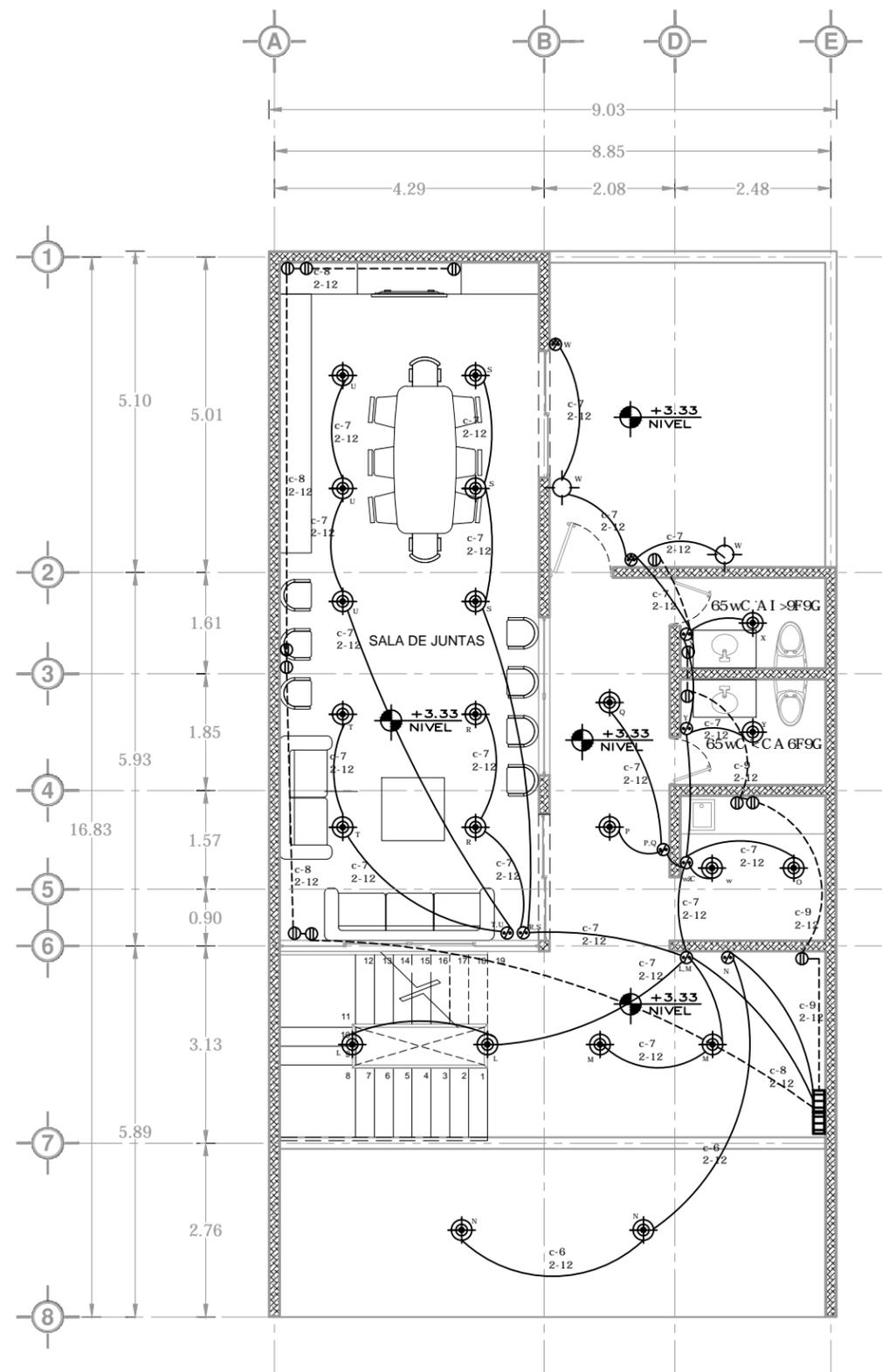
TITULO DEL PLANO:
PLANTAS ARQUITECTONICAS, CORTES Y FACHAS

ESCALA:
INDICADA

ESCALA GRAFICA:
 CLAVE: PRI ARQ-01.02



INSTALACION ELECTRICA
PLANTA BAJA Esc. 1:100



INSTALACION ELECTRICA
PLANTA ALTA Esc. 1:100



SIMBOLOGIA

- INDICA COTAS A EJE
- INDICA NIVEL DE PISO
- INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO HORIZONTAL
- INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO VERTICAL
- INDICA DIRECCION DE CORTE
- INDICA NIVEL DE PRETIL
- INDICA NIVEL DE TOPE DE CONCRETO
- INDICA NIVEL DE LECHO BAJO DE LOSA
- INDICA NIVEL DE BARANDAL
- INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
- INDICA CORTE DE ELEMENTO
- INDICA PROYECCION DE ELEMENTO
- INDICA MURETE
- INDICA MURO DE BLOCK

NOTAS

*.-Las medidas de planta baja se ajustan a lo ya construido en sitio.

PROYECTO:
 REMODELACION DE OFICINAS DEL PRI

UBICACION:
 MUNICIPIO DE LAZARO CARDENAS

PROPIETARIO:
 PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL

REALIZO:
 ARO. ZULEIMA SANCHEZ SULUB

TITULO DEL PLANO:
 INSTALACION ELECTRICA PLANTA BAJA Y PLANTA ALTA

ESCALA:
 INDICADA.

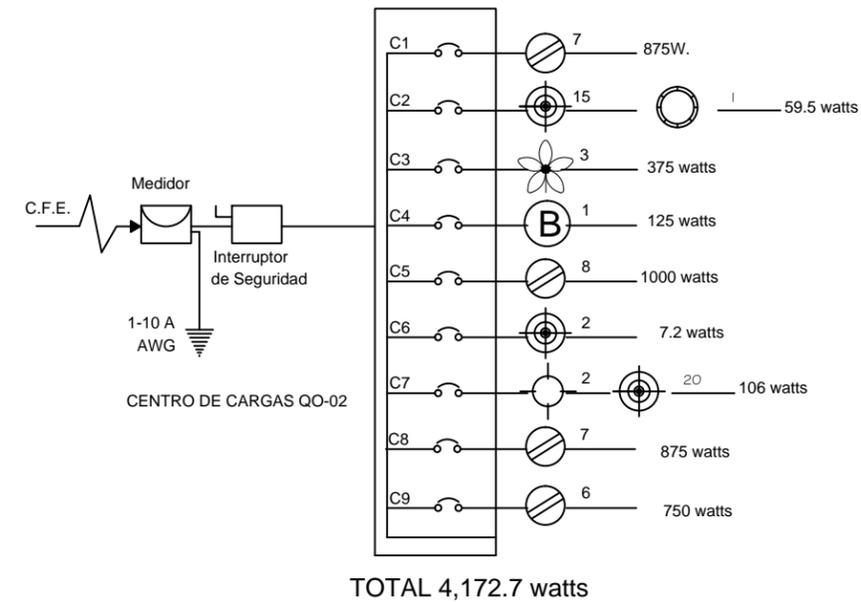
ESCALA GRAFICA:
 CLAVE: PRI_INS.ELECT_02.01

CUADRO DE CARGAS							
CIRCUITO	 125 w	 17 w	 125 w	 225WATT BOMBA	 3.6 w	 5.5 w	TOTALES.
CIRCUITO - 1	7						875W.
CIRCUITO - 2					15	1	59.5W.
CIRCUITO - 3			3				375W.
CIRCUITO - 4				1			125W.
CIRCUITO - 5	8						1000W.
CIRCUITO - 6					2		7.2W.
CIRCUITO - 7		2			20		106W.
CIRCUITO - 8	7						875W.
CIRCUITO - 9	6						750W.

TOTAL DE ARGUMENTO ACUMULADA 4,172.7watts

SIMBOLOGIA		
	DESCRIPCION	
		MAGG 02-502-XX1 LUMINARIO P-MR16 SOYUZ PRO BLANCO
		MONTALE YD-300 C/B EMPRADO ELECTRONICO LOUVER PANTALLA: LOUVER/ALUMINIO LAMPARA:BLANCOFRIO 4100 K MAXIMO DE 52 WATTS
		
		CEILING LED 100 2X2W 90-140V BFP BCO 3000K.

DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLOGIA

	INDICA COTAS A EJE
	INDICA NIVEL DE PISO
	INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO HORIZONTAL
	INDICA EJE DE MURO EN SENTIDO VERTICAL
	INDICA DIRECCION DE CORTE
	INDICA NIVEL DE PRETIL
	INDICA NIVEL DE TOPE DE CONCRETO
	INDICA NIVEL DE LECHO BAJO DE LOSA
	INDICA NIVEL DE BARANDAL
	INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO
	INDICA CORTE DE ELEMENTO
	INDICA PROYECCION DE ELEMENTO
	INDICA MURETE
	INDICA MURO DE BLOCK

NOTAS

*.-Las medidas de planta baja se ajustan a lo ya construido en sitio.

PROYECTO:
REMODELACION DE OFICINAS DEL PRI

UBICACION:
MUNICIPIO DE LAZARO CARDENAS

PROPIETARIO:
PARTIDO REVOLUCIONARIO INSTITUCIONAL

REALIZO:
ARQ. ZULEIMA SANCHEZ SULUB

TITULO DEL PLANO:
INSTALACION ELECTRICA DETALLES

ESCALA:
INDICADA

ESCALA GRAFICA:
CLAVE: PRI INS ELECT 02.02

ANEXO 2

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: QUINTANA ROO												PERIODO: 1981-2010	
ESTACION: 00023011 KANTUNILKIN	LATITUD: 21°05'45" N.				LONGITUD: 087°29'08" W.				ALTURA: 15.0 MSNM.				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	28.1	29.2	30.9	32.6	33.8	33.3	33.3	33.3	32.8	31.7	29.8	28.7	31.5
MAXIMA MENSUAL	30.7	31.9	33.4	34.6	37.7	36.5	35.2	35.1	35.3	34.2	32.1	31.3	
AÑO DE MAXIMA	1982	1987	1997	2009	1981	1982	2007	2009	2009	2009	2009	1986	
MAXIMA DIARIA	33.5	35.5	37.0	39.0	43.0	41.0	38.0	37.5	37.0	36.0	34.0	35.0	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	20.9	21.8	23.5	25.0	26.5	26.6	26.8	26.9	26.7	25.7	23.6	22.3	24.7
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	13.7	14.4	16.0	17.3	19.2	20.0	20.3	20.4	20.6	19.7	17.5	15.8	17.9
MINIMA MENSUAL	8.2	10.4	12.7	11.5	15.9	16.7	17.0	16.0	16.1	15.8	12.8	12.0	
AÑO DE MINIMA	1981	1995	1995	1987	1992	1997	1997	1996	1997	1981	1981	1995	
MINIMA DIARIA	2.5	2.0	7.5	7.0	9.0	11.0	11.0	11.0	13.0	11.0	8.0	8.5	
PRECIPITACION													
NORMAL	51.2	43.4	52.7	60.5	127.3	186.5	179.0	193.3	232.7	167.0	78.6	49.9	1,422.1
MAXIMA MENSUAL	292.0	130.0	148.0	262.0	410.1	490.8	453.5	419.0	521.5	569.5	295.5	128.0	
AÑO DE MAXIMA	1988	2009	1993	1985	1984	1982	1989	2009	1988	2005	1988	1995	
MAXIMA DIARIA	100.0	120.0	98.0	83.0	110.5	365.8	174.0	131.0	248.0	310.0	120.0	60.5	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	75.0	85.6	114.7	126.7	134.8	107.4	107.0	93.9	97.5	89.9	82.2	82.0	1,196.7
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
	5.1	3.2	3.1	3.2	5.8	10.2	10.6	12.9	14.7	12.3	6.7	4.8	92.6
NIEBLA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TORRENTA E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

ANEXO 3

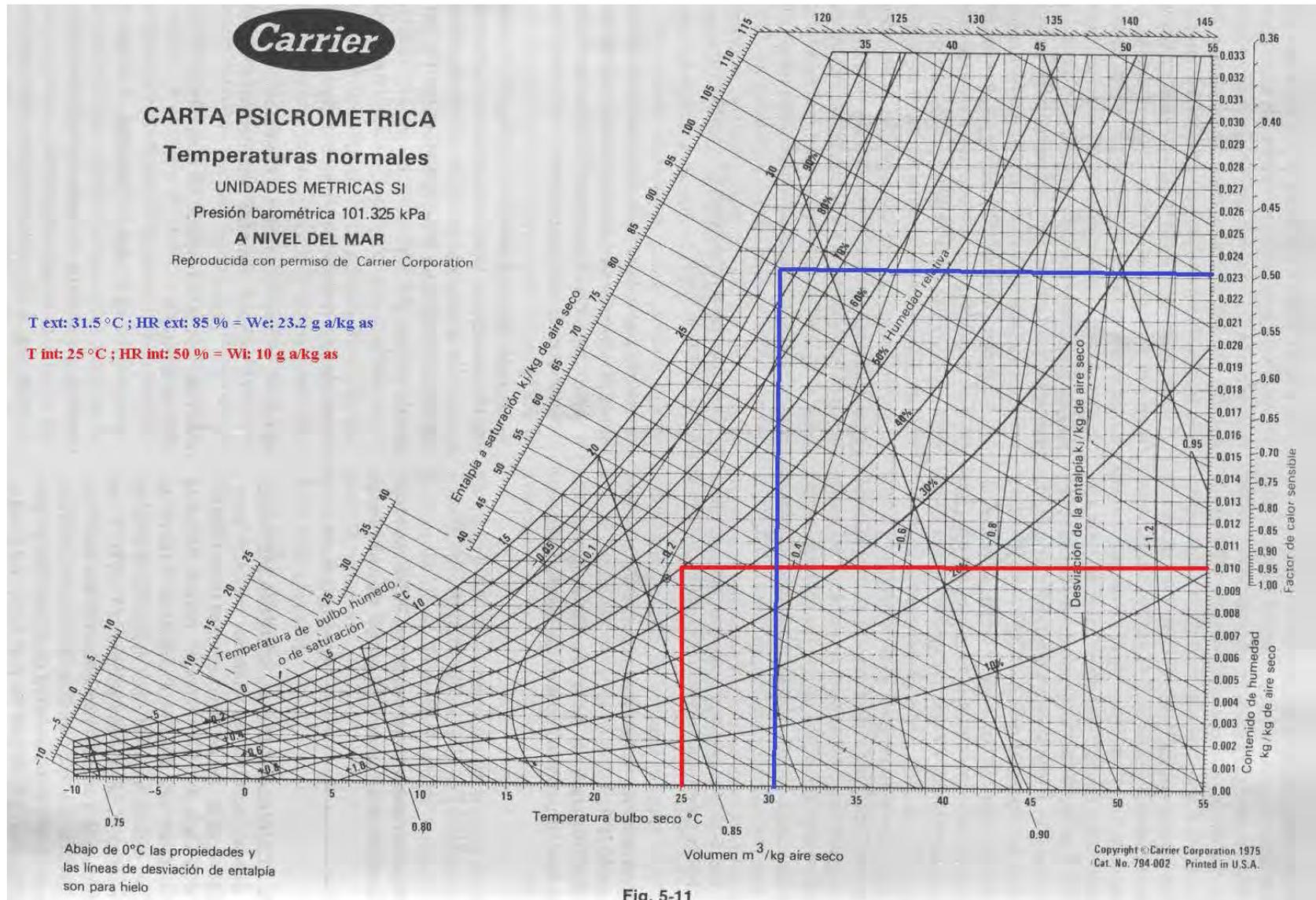


Fig. 5-11