

## SECRETARIA DE ENERGIA

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2011, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ENER-2011, EFICIENCIA TERMICA DE CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y COMERCIAL. LIMITES, METODO DE PRUEBA Y ETIQUETADO.

EMILIANO PEDRAZA HINOJOSA, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, con fundamento en los artículos: 33 fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 6, 7 fracción VII, 10, 11 fracciones IV y V y quinto transitorio de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XII, 41, 44, 45, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3 fracción VI inciso c), 33, 34 fracciones XIX, XX, XXII, XXIII y XXV y 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide la siguiente:

### **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ENER-2011, EFICIENCIA TERMICA DE CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y COMERCIAL. LIMITES, METODO DE PRUEBA Y ETIQUETADO**

#### **CONSIDERANDO**

Que la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, define las facultades de la Secretaría de Energía, entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia del sector energético;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente, la preservación de los recursos naturales y salvaguardar la seguridad al usuario;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-003-ENER-2010, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado; lo que se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2011, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron comentarios sobre el contenido del citado proyecto de Norma Oficial Mexicana, mismos que fueron analizados por el Comité, realizándose las modificaciones conducentes al proyecto de NOM. Las respuestas a los comentarios recibidos fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 21 de julio de 2011;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2011, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 5 de agosto de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Emiliano Pedraza Hinojosa**.- Rúbrica.

**NOM-003-ENER-2011****EFICIENCIA TERMICA DE CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y COMERCIAL.  
LIMITES, METODO DE PRUEBA Y ETIQUETADO****PREFACIO**

La presente norma fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos
- Asociación Nacional de Normalización y Certificación A.C.
- Asesoría y Pruebas a Equipo Eléctrico y Electrónico S.A. de C.V.
- Calentadores Magamex, S.A. de C.V.
- Comercializadora Tektino, S.A. de C.V.
- Consultoría Global e Integral
- Desarrollo de Productos, S.A. de C.V.
- Dirección General de Normas
- Calentadores de America. S. de R.L. de C.V.
- Gilotronics, S.A. de C.V.
- Hidroelectra, S.A. de C.V.
- Industrias Lennox de México S.A. de C.V.
- Industrias Rheem, S.A. de C.V.
- Industrias Técnicas Mexicanas, S.A. de C.V.
- IUSA, S.A. de C.V.
- Mex Top, S.A. de C.V.
- Metaplus, S.A. de C.V.
- Productos Metálicos Maquilados, S.A. de C.V.
- Robert Bosch S. de R.L. de C.V.
- Servicios Inter Logísticos de México, S.A. de C.V.
- Vapores y Calentadores Delta, S.A. de C.V.

**INDICE**

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
  - 4.1 Agua fría
  - 4.2 Calentador de agua
  - 4.3 Calentador de agua de almacenamiento
  - 4.4 Calentador de agua instantáneo
  - 4.5 Calentador de agua de rápida recuperación
  - 4.6 Calentador doméstico
  - 4.7 Calentador comercial
  - 4.8 Calor
  - 4.9 Calor absorbido
  - 4.10 Calor liberado

- 4.11 Cámara de combustión
- 4.12 Capacidad térmica específica
- 4.13 Capacidad volumétrica (calentador de almacenamiento)
- 4.14 Carga térmica
- 4.15 Combustible
- 4.16 Combustión
- 4.17 Condiciones ISO
- 4.18 Control de temperatura (termostato)
- 4.19 Difusor
- 4.20 Eficiencia térmica
- 4.21 Piloto
- 4.22 Poder calorífico inferior
- 4.23 Poder calorífico superior
- 4.24 Quemador
- 4.25 Serpentin
- 5. Símbolos y abreviaturas
- 6. Clasificación
  - 6.1 De acuerdo a su carga térmica
  - 6.2 De acuerdo a su funcionamiento
- 7. Especificaciones
  - 7.1 Eficiencia térmica
  - 7.2 Temperatura de agua caliente
- 8. Muestreo
- 9. Métodos de prueba
  - 9.1 Fundamento del método
  - 9.2 Aparatos y equipo
  - 9.3 Calentadores domésticos y comerciales de almacenamiento
  - 9.4 Calentadores domésticos y comerciales de rápida recuperación
  - 9.5 Calentadores domésticos y comerciales instantáneos
  - 9.6 Método de cálculo
- 10. Marcado
- 11. Etiquetado
  - 11.1 Permanencia
  - 11.2 Ubicación
  - 11.3 Información
  - 11.4 Dimensiones
  - 11.5 Distribución de la información y colores
  - 11.6 Distribución de los colores
- 12. Vigilancia
- 13. Bibliografía
- 14. Concordancia con normas internacionales
- 15. Transitorios

## **0. Introducción**

La elaboración de la presente Norma Oficial Mexicana, responde a la necesidad de incrementar el ahorro de energía y la preservación de recursos energéticos; además de proteger al consumidor de productos de menor calidad que pudieran ingresar al mercado nacional.

### **1. Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los niveles mínimos de eficiencia térmica que deben cumplir los calentadores de agua para uso doméstico y comercial y el método de prueba que debe aplicarse para verificarlos.

Establece además los requisitos mínimos para información al público sobre los valores de eficiencia térmica de estos aparatos.

### **2. Campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana se aplica a los calentadores de agua para uso doméstico y comercial, que se comercializan en los Estados Unidos Mexicanos, que utilicen gas licuado de petróleo o gas natural como combustible y que proporcionen únicamente agua caliente en fase líquida.

Los aparatos para calentamiento de agua con una carga térmica mayor de 108,0 kW y presiones absolutas máximas de trabajo de 600,0 kPa y temperaturas superiores a 360,15 K (87,0°C) son considerados como calderas y no están comprendidos dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana.

### **3. Referencias**

La presente Norma Oficial Mexicana se complementa con la siguiente norma vigente o la que la sustituya:  
NOM-008-SCFI-2002 Sistema general de unidades de medida.

### **4. Definiciones**

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se establecen las definiciones siguientes:

#### **4.1 Agua fría**

Agua de alimentación al calentador que proviene de una fuente común de abastecimiento.

#### **4.2 Calentador de agua**

Aparato o equipo que está diseñado para calentar agua. Cuenta con una cámara de combustión, un cambiador de calor, un quemador y un piloto. Utiliza como combustible gas L.P. o gas natural, y puede tener un control de temperatura automático (termostato), control de encendido por presión, con aislamiento térmico.

#### **4.3 Calentador de agua de almacenamiento**

Aparato para calentar el agua contenida en un depósito de almacenamiento.

#### **4.4 Calentador de agua instantáneo**

Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme al paso del agua por un serpentín.

#### **4.5 Calentador de agua de rápida recuperación**

Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme, al paso del agua por uno o más intercambiadores de calor.

#### **4.6 Calentador doméstico**

Aparato para calentar agua con carga térmica máxima de 35,0 kW.

#### **4.7 Calentador comercial**

Aparato para calentar agua con carga térmica mayor de 35,0 kW hasta 108,0 kW.

#### **4.8 Calor**

Energía térmica en transición, transferida de un cuerpo o sistema a otro, a través de sus límites, debido a una diferencia de temperatura entre ellos.

#### **4.9 Calor absorbido**

Cantidad de calor aprovechado por el agua.

#### **4.10 Calor liberado**

Cantidad de calor proveniente de la combustión.

**4.11 Cámara de combustión**

Espacio del calentador en donde se lleva a cabo la combustión.

**4.12 Capacidad térmica específica**

Cantidad de calor necesaria para elevarle a una unidad de masa de cualquier sustancia un grado de temperatura.

**4.13 Capacidad volumétrica (calentador de almacenamiento)**

Cantidad de agua que el calentador es capaz de almacenar en su depósito, expresada en litros.

**4.14 Carga térmica**

Cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador, para elevar su temperatura en un cierto intervalo.

**4.15 Combustible**

Material capaz de oxidarse rápidamente liberando energía en forma de calor y luz.

**4.16 Combustión**

Reacción de oxidación rápida de un combustible durante la cual se producen calor y luz como productos principales.

**4.17 Condiciones ISO**

Condiciones de referencia aceptadas internacionalmente

Presión:  $P = 101,325 \text{ kPa}$

Temperatura:  $T = 288,65 \text{ K (15,5}^\circ\text{C)}$

**4.18 Control de temperatura (termostato)**

Dispositivo de control para abrir o cerrar el suministro de combustible al quemador, dependiendo de la temperatura del agua.

**4.19 Difusor**

Dispositivo que asegura y retarda la salida de los gases producidos por la combustión, evitando un tiro inverso y el exceso de tiro de la chimenea.

**4.20 Eficiencia térmica**

Es la relación existente entre el calor absorbido por el agua y el calor liberado por el combustible, expresado en por ciento.

**4.21 Piloto**

Dispositivo donde se produce una flama pequeña que se utiliza para encender el quemador.

**4.22 Poder calorífico inferior**

Es la diferencia entre el poder calorífico superior y la energía necesaria para evaporar toda la humedad presente en los gases de combustión residuales.

**4.23 Poder calorífico superior**

Cantidad de calor que produce una unidad de masa o de volumen de combustible durante su combustión. Considerando que la humedad residual presente se encuentra en fase líquida.

**4.24 Quemador**

Dispositivo que se utiliza para efectuar la mezcla aire-combustible y realizar la combustión, con el fin de aprovechar el calor liberado.

**4.25 Serpentin**

Tubo o arreglo de tubos y sus accesorios dentro del cual fluye el agua a calentar, y que se encuentra en contacto con la corriente de gases de combustión.

**5. Símbolos y abreviaturas**

$\rho_a$  Densidad del agua (se considera igual a  $1000 \text{ kg/m}^3$ ).

- cpa Capacidad térmica específica del agua, igual a 4186 J/kg°C para el intervalo de temperatura de 270,15 K a 360,15 K (-3 a 87°C).
- Ef Eficiencia térmica del calentador (%).
- Fp Factor de corrección por presión (adimensional).
- Ft Factor de corrección por temperatura (adimensional).
- i Iésimo componente del gas combustible.
- ma Masa del agua (kg).
- n Número de componentes del gas combustible.
- Pbar Presión barométrica del lugar de prueba (Pa).
- Pc Presión manométrica medida en la tubería de alimentación del gas combustible al calentador (Pa).
- PCI Poder calorífico del gas combustible a condiciones ISO (J/m<sup>3</sup>).
- PCli Poder calorífico del iésimo componente del gas combustible a condiciones ISO (J/m<sup>3</sup>).
- Piso Presión a condiciones ISO (101,325 kPa) a la que se reporta el PCli.
- qma Flujo másico del agua (kg/s).
- qvc Flujo volumétrico del gas combustible (m<sup>3</sup>/s).
- T1a Temperatura inicial del agua (°C).
- T2a Temperatura final del agua (°C).
- Tc Temperatura medida en la tubería de alimentación de gas combustible al calentador (K).
- Tiso Temperatura a condiciones ISO (288,65 K) a la que se reporta el PCli.
- Va Volumen de agua calentada (m<sup>3</sup>).
- Vc Volumen de gas combustible consumido (m<sup>3</sup>).
- yi Fracción molar del iésimo componente del gas combustible (adimensional).

#### Instrumentos:

- FQI = Totalizador indicador de flujo.
- PI = Indicador de presión.
- PC = Regulador de presión.
- TI = Indicador de temperatura.

### 6. Clasificación

Los calentadores cubiertos por la presente Norma Oficial Mexicana se clasifican de acuerdo a su carga térmica y funcionamiento como sigue:

#### 6.1 De acuerdo a su carga térmica

- Calentador doméstico: cuya carga térmica máxima es de 35,0 kW.
- Calentador comercial: cuya carga térmica es mayor de 35,0 kW, hasta 108,0 kW.

#### 6.2 De acuerdo a su funcionamiento

- Calentador de Almacenamiento
- Calentador de Rápida recuperación
- Calentador Instantáneo

### 7. Especificaciones

#### 7.1 Eficiencia térmica

La eficiencia térmica de los calentadores cubiertos por esta Norma Oficial Mexicana debe ser la indicada en la tabla 1, determinada como se indica en 9.6

**TABLA 1.- Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales, con base al poder calorífico inferior**

Eficiencia Térmica (%)		
Tipo de calentador	Volumen (L)	Eficiencia
Almacenamiento	1 – 40	76
	+40 - 62	77
	+62 - 106	79
	+106 - 400	82
Rápida Recuperación		82
Instantáneo		84

**7.2 Temperatura de agua caliente**

La temperatura del agua caliente que se obtiene a la salida de los calentadores de agua para uso doméstico o comercial se muestra en la tabla 2.

**TABLA 2.- Temperaturas de agua caliente**

Calentador	Funcionamiento	Temperatura de corte en °C	Incremento mínimo de temperatura °C
Doméstico	Almacenamiento	70 ± 5 (1)	
	Rápida Recuperación		25 (2)
	Instantáneo		25 (2)
Comercial	Almacenamiento de baja temperatura	70 ± 5 (1)	
	Almacenamiento de alta temperatura	82 ± 5 (1)	
	Rápida Recuperación		25 (2)
	Instantáneo		25 (2)

(1) Sin flujo de agua hasta el corte del interruptor(es) por temperatura (termostato).

(2) Mayor que el agua de alimentación.

**8. Muestreo**

De acuerdo con el artículo 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente.

**9. Métodos de prueba****9.1 Fundamento del método**

El método directo de prueba para verificar la eficiencia térmica de los calentadores consiste fundamentalmente en calcular la fracción de la energía liberada por el combustible que es aprovechada por el agua para elevar su temperatura.

La carga térmica de los calentadores de almacenamiento domésticos y comerciales corresponde al calor necesario para elevar la temperatura del agua contenida en el depósito de almacenamiento hasta el punto de corte de combustible, y para los calentadores de rápida recuperación e instantáneos de tipo doméstico y comercial, es la cantidad de calor necesaria para elevar como mínimo 25 grados Kelvin (25°C) la temperatura del agua suministrada al equipo durante su paso por éste.

**9.2 Aparatos y equipo**

Para realizar la prueba de eficiencia térmica de un calentador de agua para uso doméstico o comercial, de acuerdo a su funcionamiento, se debe contar como mínimo con la instrumentación y equipo instalados que se describen en la tabla 3 y cualesquiera de las tres opciones descritas en la tabla 4.

## 9.2.1 Instrumentación

TABLA 3.- Instrumentos y equipo para la prueba de eficiencia térmica

Variable	Clave	Servicio	Intervalo mínimo	Tipo de calentador		
				Alm.	RR	Ins.
Flujo <sup>(3)</sup>	FQI-1	Agua caliente(1)	0,05 a 0,25 dm <sup>3</sup> /s	X	X	X
	FQI-2	Gas combustible	0,05 a 0,35 dm <sup>3</sup> /s	X	X	X
Presión	PI-1	Agua fría	0 a 30 kPa		X	X
Presión	PI-2	Agua caliente	0 a 30 kPa		X	X
Presión	PI-3	Gas combustible	0 a 5 kPa	X	X	X
Regulador	PC-1	Gas combustible	3 a 1,200 kPa	X	X	X
Presión (4)	Barómetro	Atmósfera	Hasta 102 kPa			
Temperatura (2)	TI-1	Agua fría	270 a 380 K (-10 a 107°C)	X	X	X
	TI-2 (5)	Agua caliente	270 a 380 K (-10 a 107°C)	X	X	X
	TI-3	Gas combustible	270 a 380 K (-10 a 107°C)	X	X	X
Tiempo	Cronómetro		0 a 1,5 h	X	X	X

**Notas:**

(1) Son aceptables los totalizadores indicadores de flujo graduados en m<sup>3</sup>/h, m<sup>3</sup>/min, m<sup>3</sup>/s, l/h, l/min, l/s, o su equivalente cuando cubran el intervalo especificado. Para el caso de calentadores comerciales, se debe utilizar un medidor adecuado al flujo máximo del equipo.

(2) Son aceptables los termómetros graduados en °C, que cubran el intervalo especificado en la tabla 3. Para el caso de calentadores comerciales, se debe utilizar un medidor adecuado a la temperatura máxima del equipo.

(3) Es aceptable sustituir el totalizador indicador de flujo (FQI), para registrar la cantidad de agua calentada, por una báscula y recipientes de peso conocido.

(4) Necesario en caso de que no se conozca la presión atmosférica del lugar.

(5) La instalación debe permitir que el TI-2 pueda medir la temperatura del agua en el interior de un calentador de almacenamiento.

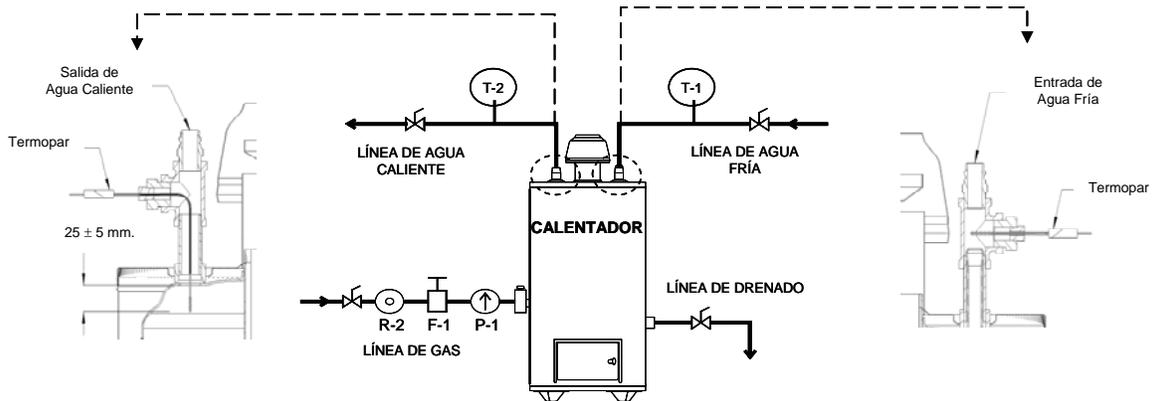
TABLA 4.- Opciones de equipo y material para la obtención de la composición de gas combustible

Opción	Descripción
<b>A</b>	Un cromatógrafo de gases u otro analizador, con el fin de obtener la composición del gas combustible, para posteriormente calcular el PCI del combustible utilizado durante la prueba.
<b>B</b>	Un gas combustible de composición conocida cuyo componente principal sea: PROPANO, para los calentadores que usan como gas combustible, y así lo marcan en su placa de datos, "Gas LP". Y, METANO, para los calentadores que usan como gas combustible, y así lo marcan en su placa de datos, "Gas natural". Ambos con una proporción molar mínima del 95% (certificada).
<b>C</b>	El equipo necesario para tomar, de manera confiable, dos muestras de gas combustible durante de la prueba de eficiencia térmica para su análisis por un tercero.

### 9.2.2 Esquemas de la instalación

9.2.2.1 En la figura 1A se muestra el esquema de la instalación requerida para realizar la prueba de eficiencia térmica de los calentadores de almacenamiento:

**FIGURA 1A.- Esquema de tubería e instrumentación para la prueba de eficiencia térmica en calentadores de agua de almacenamiento para uso doméstico y comercial.**

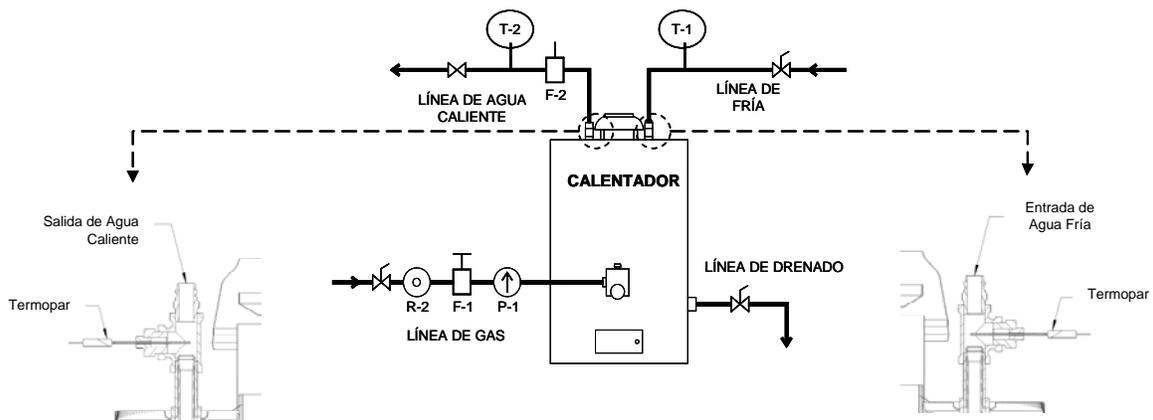


#### ALMACENAMIENTO

**Nota:** Colocar (sumergir) el sensor de temperatura en posición horizontal o vertical a la salida del agua caliente a una distancia de  $25 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  medidos a partir de la parte inferior de la tapa superior del depósito del calentador. Para el caso del agua fría, colocar el sensor al paso del flujo de agua.

9.2.2.2 En la figura 2A se muestra el esquema de la instalación requerida para realizar la prueba de eficiencia térmica de los calentadores de rápida recuperación:

**FIGURA 2A.- Esquema de tubería e instrumentación para la prueba de eficiencia térmica en calentadores de agua de rápida recuperación para uso doméstico y comercial.**

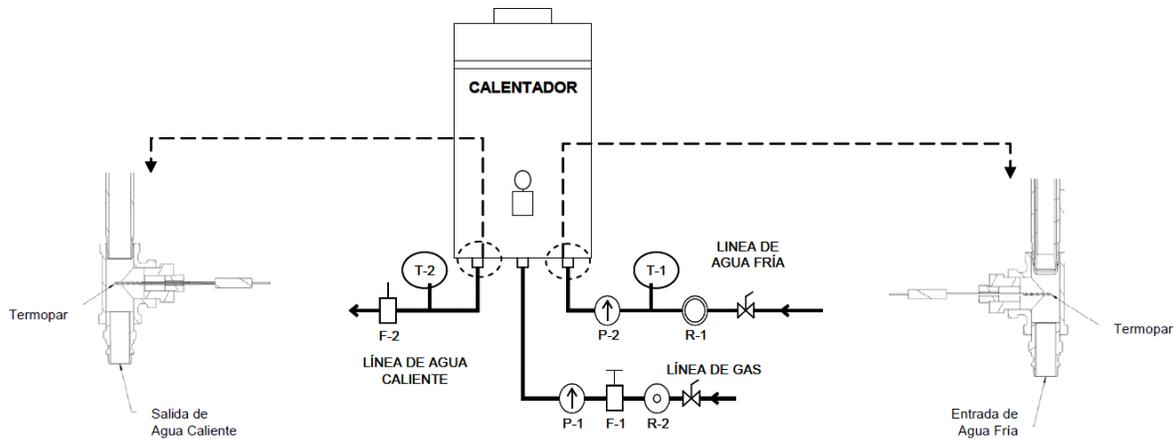


#### RÁPIDA RECUPERACIÓN

**Nota:** Colocar el sensor de temperatura en posición horizontal o vertical a la salida del agua caliente (conexión del niple o cople) a no más de 120 mm, para el caso del agua fría, el sensor se colocará al paso del flujo de agua.

**9.2.2.3** En la figura 3A se muestra el esquema de la instalación requerida para realizar la prueba de eficiencia térmica de los calentadores instantáneos.

**FIGURA 3A.- Esquema de tubería e instrumentación para la prueba de eficiencia térmica en calentadores de agua instantáneo para uso doméstico y comercial.**



#### INSTANTÁNEO

**Nota:** Colocar el sensor de temperatura en posición horizontal o vertical a la salida del agua caliente a no más de 120 mm, para el caso del agua fría, el sensor se colocará al paso del flujo de agua.

En las figuras 1A, 2A y 3A se muestra la instrumentación requerida de acuerdo a la tabla 3 del inciso 9.2.1.

#### 9.3 Calentadores domésticos y comerciales de almacenamiento.

El procedimiento para la medición de la eficiencia térmica para calentadores tipo almacenamiento debe cubrir las siguientes etapas:

##### 9.3.1 Etapa de preparación.

- Instalar el calentador de acuerdo a la figura 1A.
- Conectar el calentador a la línea de alimentación del agua fría y hacerle circular agua, para verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- Conectar el calentador a la línea de alimentación del gas combustible, y verificar que no existan fugas de gas en las conexiones realizadas, durante su instalación.
- Encender el piloto del calentador, y ajustar a la presión que se indica en la tabla 5, de acuerdo al tipo de gas con el que se vaya a probar. Ya que se ajustó la presión apagar el piloto.

**TABLA 5.- Presión de gas combustible**

Gas de prueba	Presión del gas <sup>(1)</sup> (kPa)
Natural	1,7
L.P.	2,7

<sup>(1)</sup> Presión manométrica.

##### 9.3.2 Etapa de precalentamiento.

- Estabilizar la temperatura del agua fría dentro del calentador, aceptando una variación de 1°C, como máximo, ya que se estabilizó se deja de hacer circular el agua, y se nivela el agua del calentador.
- Encender el piloto.
- Encender el (los) quemador(es), en este momento se comienza a registrar el tiempo, y se debe colocar la perilla del control de temperatura en el punto máximo.
- Dejar que el agua se caliente, hasta que la válvula termostática cierre el flujo de gas hacia el quemador, en este momento se detiene el cronómetro.

- e) Colocar las perillas de la válvula termostática en posición de apagado.

#### 9.3.3 Etapa de prueba.

- a) Se circula agua para estabilizar las temperaturas entre la entrada y la salida, permitiéndose una variación máxima de 2°C.
- b) Nivelar el agua del calentador, hasta su capacidad volumétrica máxima.
- c) Encender el piloto.
- d) Registrar las temperaturas de inicio del agua, la lectura inicial del medidor de gas, la lectura del termómetro que está en la línea de gas, y la lectura del barómetro.
- e) Encender el (los) quemador(es), en este momento se comienza a registrar el tiempo, y se debe colocar la perilla del control de temperatura en el punto máximo.
- f) En caso de contar con la opción A de la tabla 4, para el análisis del gas combustible se deben de empezar a hacer los análisis, desde el inicio de la prueba.
- g) En el caso de que se emplee la opción C de la tabla 4, se tomará una muestra del gas combustible, al inicio de la prueba, otra muestra se tomará al término de la prueba, para que posteriormente sean analizadas por un tercero.
- h) Dejar que el agua se caliente, hasta que la válvula termostática cierre el flujo del gas hacia el quemador en este momento se detiene el cronómetro.
- i) Colocar las perillas de la válvula termostática en la posición de apagado.
- j) Registrar la temperatura final, del agua en el drenado y por medio del termómetro que está dentro del calentador, la lectura final del medidor de gas, la lectura del termómetro que está en la línea de gas y la lectura del barómetro.
- k) Vaciar el calentador por medio de la línea de drenado, en recipientes de peso conocido, para determinar el peso del agua calentada.
- l) Con los datos registrados, obtener la eficiencia térmica, aplicando lo establecido en el punto 9.6.

#### 9.3.4 Resultados.

El resultado de la eficiencia térmica debe ser como mínimo lo establecido en la tabla 1, de acuerdo a la capacidad del calentador, y nunca menor a lo establecido por el fabricante.

#### 9.4 Calentadores domésticos y comerciales de rápida recuperación.

La prueba de eficiencia térmica de estos calentadores se debe realizar de acuerdo a la siguiente condición:

Con el flujo de agua que indica el fabricante del calentador, se debe obtener un incremento mínimo de temperatura de 25°C, entre la temperatura del agua de entrada y la de salida.

##### 9.4.1 Etapa de preparación.

- a) Instalar el calentador de acuerdo a la figura 2A.
- b) Conectar el calentador a la línea de alimentación del agua fría y hacerle circular el agua, para verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- c) Conectar el calentador a la línea de alimentación del gas combustible, y verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- d) Encender el piloto del calentador, y ajustar a la presión que se indica en la tabla 5, de acuerdo al tipo de gas con el que se vaya a probar. Ya que se ajustó la presión apagar el piloto.

##### 9.4.2 Etapa de precalentamiento.

- a) Estabilizar la temperatura del agua fría dentro del calentador, aceptando una variación de 1°C, como máximo, además de ajustar el flujo de agua de acuerdo a lo indicado por el fabricante del calentador.
- b) Encender el piloto.
- c) Encender el (los) quemador(es), en este momento se comienza a registrar el tiempo, y se debe colocar la perilla del control de temperatura en el punto máximo.
- d) Dejar que el agua se caliente, hasta que se alcance una estabilización en el incremento de la temperatura, el cual debe ser como mínimo de 25°C.

**9.4.3 Etapa de prueba.**

- a) Iniciar el periodo de prueba, de 30 minutos.
- b) Registrar la presión barométrica inicial del lugar de prueba, así como la temperatura del agua en la salida del calentador, en la entrada del calentador, registrar también la lectura del termómetro que está en la línea del gas y la lectura inicial del medidor de gas, en este momento se iniciará a tomar el tiempo.
- c) En caso de que se tenga medidor para agua, se debe registrar la lectura inicial, en el momento en que se empieza a registrar el tiempo.
- d) En caso de que no se tenga el medidor de agua, se debe empezar a recolectar el agua, en recipientes de peso conocido, y se debe ir registrando el peso del agua calentada durante los 30 minutos de prueba.
- e) En el caso de contar con la opción A de la tabla 4, para el análisis del gas combustible se deben de empezar a hacer los análisis, desde el inicio de la prueba.
- f) En caso de que se emplee la opción C de la tabla 4, se tomará una muestra del gas combustible, al inicio de la prueba, y una última al término de la prueba, para que posteriormente sean analizadas por un tercero.
- g) A los cuatro minutos de iniciada la prueba se deben registrar los siguientes datos; temperatura del agua en la entrada y en la salida, temperatura del gas combustible en la línea, todos estos datos se deben ir registrando cada 5 minutos, hasta el final de la prueba.
- h) Apagar el calentador.
- i) Con los datos registrados, obtener la eficiencia térmica, aplicando lo establecido en el punto 9.6.

**9.4.4 Resultados.**

El resultado de la eficiencia térmica debe ser como mínimo lo establecido en la tabla 1, de acuerdo a la capacidad del calentador, y nunca menor a lo establecido por el fabricante. Además de cumplir con el incremento mínimo de temperatura de 25°C, sobre la temperatura del agua en la entrada del calentador, con el flujo de agua que indica el fabricante.

**9.5 Calentadores domésticos y comerciales instantáneos.**

La prueba de Eficiencia Térmica de estos calentadores se debe realizar de acuerdo a la siguiente condición:

Con la presión de alimentación de agua mínima, de apertura de la válvula, que indica el fabricante del calentador, se debe de obtener un incremento mínimo de temperatura de 25°C, entre la temperatura del agua de entrada y la de salida, además del flujo de agua que se especifica.

**9.5.1 Etapa de preparación.**

- a) Instalar el calentador de acuerdo a la figura 3A.
- b) Conectar el calentador a la línea de alimentación del agua fría y hacerle circular el agua, para verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- c) Conectar el calentador a la línea de alimentación del gas combustible, y verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- d) Encender el piloto del calentador, y ajustar a la presión que se indica en la tabla 5, de acuerdo al tipo de gas con el que se vaya a probar. Ya que se ajustó la presión apagar el piloto.

**9.5.2 Etapa de precalentamiento.**

- a) Encender el piloto.
- b) Poner las perillas de los controles de este tipo de calentadores en la posición de encendido, para que el paso de agua permita el encendido de los quemadores.
- c) Permitir el flujo de agua fría hacia el calentador, regulando a la presión que indica el fabricante, la prueba se efectuará bajo esta condición.
- d) Si el calentador enciende a una presión de alimentación de agua menor de 19,0 kPa (200 g/cm<sup>2</sup>), y a la presión que enciende da el incremento de temperatura mayor o igual a 25°C y el flujo de agua mínimo según lo indicado por el fabricante, la prueba se efectuará bajo esta condición.

- e) Pero si el calentador no da el incremento de temperatura mayor o igual a 25°C y el flujo de agua mínimo según lo indicado por el fabricante, se incrementa la presión hasta que nos proporcione las condiciones antes citadas, sin rebasar la presión de 350 g/cm<sup>2</sup>.
- f) Si aún en la condición e) no ha proporcionado las condiciones antes citadas, se ajustará la presión de alimentación de agua a la que indica el fabricante y se empezará a ajustar los controles de flujo de agua así como las de gas hasta obtener la condición del incremento de temperatura y el flujo de agua según lo indicado por el fabricante.
- g) Dejar que el agua se caliente, hasta que se alcance una estabilización en el incremento de la temperatura, el cual debe ser como mínimo de 25°C.

### 9.5.3 Etapa de prueba.

- a) Iniciar el periodo de prueba de 30 minutos, si el calentador cuenta con dispositivo de corte de seguridad por tiempo, se desconectará de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para permitir la continuidad de la prueba.
- b) Registrar la presión barométrica inicial del lugar de prueba, así como la temperatura del agua en la entrada del calentador, en la salida del calentador, registrar también la lectura del termómetro que está en la línea del gas y la lectura inicial del medidor de gas, en este momento se iniciará a tomar el tiempo.
- c) En caso de que se tenga medidor para agua, se debe registrar la lectura inicial, en el momento en que se empieza a registrar el tiempo.
- d) En caso de que no se tenga el medidor de agua, se debe empezar a recolectar el agua, en recipientes de peso conocido, y se debe ir registrando el peso del agua calentada durante los 30 minutos de prueba.
- e) En el caso de contar con la opción A de la tabla 4, para el análisis del gas combustible se deben de empezar a hacer los análisis, desde el inicio de la prueba.
- f) En caso de que se emplee la opción C de la tabla 4, se tomará una muestra del gas combustible, al inicio de la prueba, otra muestra se tomará al término de la prueba para que posteriormente sean analizadas por un tercero.
- g) A los cuatro minutos de iniciada la prueba se deben registrar los siguientes datos; temperatura del agua en la salida y en la entrada, temperatura del gas combustible en la línea y la presión de la línea del gas, todos estos datos se deben ir registrando cada 5 minutos, hasta el final de la prueba.
- h) Apagar el calentador.
- i) Con los datos registrados, obtener la eficiencia térmica, aplicando lo establecido en el punto 9.6.

### 9.5.4 Resultados.

El resultado de la eficiencia térmica debe ser como mínimo lo establecido en la tabla 1, de acuerdo a la capacidad del calentador, y nunca menor a lo establecido por el fabricante. Además de cumplir con el incremento mínimo de temperatura de 25°C, sobre la temperatura del agua en la entrada del calentador, con el flujo de agua que indica el fabricante.

### 9.6 Método de cálculo.

La eficiencia térmica se calcula con la expresión 9.1 o 9.2, según la información obtenida en la prueba.

$$E_f = \frac{m_a \times c_{pa} \times (T_{2a} - T_{1a})}{V_c \times F_p \times F_t \times PCI} \times 100 \quad (9.1)$$

$$E_f = \frac{q_{ma} \times c_{pa} \times (T_{2a} - T_{1a})}{q_{vc} \times F_p \times F_t \times PCI} \times 100 \quad (9.2)$$

En la ecuación (9.1)  $m_a = V_a \times \rho_a$ , donde  $\rho_a = 1\ 000\ \text{kg/m}^3$  (para el intervalo de temperatura que se maneja).

$$F_p = \frac{P_{\text{prueba}}}{P_{\text{ISO}}} = \frac{P_c + P_{\text{bar}}}{P_{\text{ISO}}} \quad (9.3)$$

$$F_t = \frac{T_{\text{ISO}}}{T_c} \quad (9.4)$$

En el caso de que el medidor de flujo de combustible se haya calibrado a condiciones preestablecidas, se deben asignar esos valores a las variables  $P_c$  y  $T_c$ , respectivamente.

El cálculo del poder calorífico inferior se hace de acuerdo a la composición del combustible obtenido en su análisis, utilizando la siguiente fórmula:

$$PCI = \sum_{i=1}^n (PCI_i) \times y_i \quad (9.5)$$

## 10. Marcado

En la placa o etiqueta con que cuentan los calentadores debe señalarse que la eficiencia térmica mínima debe ser mayor o igual al indicado en la tabla 1, con base al poder calorífico inferior (PCI), y su carga térmica (kW).

## 11. Etiquetado

Los calentadores objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos deben llevar una etiqueta que proporcione a los usuarios una relación de la energía térmica que consume este producto, con la cual se pueda comparar con otros de su misma carga térmica, funcionamiento y capacidad.

### 11.1 Permanencia.

La etiqueta debe ir adherida o colocada en el producto ya sea por medio de un engomado, o en su defecto por medio de un cordón, en cuyo caso, la etiqueta debe tener la rigidez suficiente para que no se flexione por su propio peso. En cualquiera de los casos no debe removerse del producto hasta después de que éste haya sido adquirido por el consumidor final.

### 11.2 Ubicación.

La etiqueta debe estar ubicada en un área de exhibición del producto visible al consumidor.

### 11.3 Información.

La etiqueta de eficiencia térmica de calentadores debe contener la información que se lista a continuación:

**Nota:** El tipo de fuente puede ser Arial o Helvética.

**11.3.1** La leyenda "EFICIENCIA ENERGETICA", en tipo negrita.

**11.3.2** La leyenda "Eficiencia Térmica", en tipo normal.

**11.3.3** La leyenda "Determinado como se establece en la NOM-003-ENER-2011", en tipo normal.

**11.3.4** La leyenda "Marca(s)": seguida del nombre y/o marca(s) registrada(s) del fabricante, en tipo normal.

**11.3.5** La leyenda "Modelo(s)": seguida del modelo(s) del calentador, en tipo normal.

**11.3.6** La leyenda "Carga Térmica": seguida de la carga térmica, según 6.1., en tipo normal.

**11.3.7** La leyenda "Funcionamiento" según 6.2, en tipo normal.

**11.3.8** La leyenda "Capacidad" seguida de la capacidad de los calentadores, en tipo normal.

**11.3.9** La leyenda "Eficiencia Térmica Mínima (%)", en tipo normal, seguida del límite de la eficiencia térmica mínima que corresponde al calentador, según 7.1, en tipo negrita.

**11.3.10** La leyenda "Eficiencia Térmica del Producto (%)", en tipo normal, seguida de la Eficiencia del Calentador de agua para uso doméstico o comercial, determinado por la presente Norma, en tipo negrita.

**11.3.11** La leyenda "Compare la eficiencia térmica de este equipo, con otros similar funcionamiento antes de comprar", en tipo negrita.

**11.3.12** La leyenda "Eficiencia térmica adicional" colocada de manera horizontal, en tipo negrita.

**11.3.13** Una barra horizontal de 8 cm  $\pm$  0,5 cm de tonos crecientes, del claro hasta el negro, indicando el por ciento de ahorro de energía, del 0% al 50%.

Abajo de la barra en 0% debe colocarse la leyenda "menor eficiencia", en tipo negrita y abajo de la barra en 50% debe colocarse la leyenda "mayor eficiencia", en tipo negrita.

**11.3.14** La leyenda "Eficiencia adicional de este producto", en tipo normal.

**11.3.15** Una flecha con el porcentaje de ahorro de energía que tiene el calentador de agua, obtenido con el siguiente cálculo, en negrita:

Eficiencia térmica adicional = Eficiencia térmica del producto - Eficiencia térmica mínima

Esta flecha debe colocarse de tal manera que coincidan su punta y los tonos de la barra que descritos en los incisos anteriores en el punto en que el ahorro de energía se represente gráficamente.

**11.3.16** La leyenda "IMPORTANTE:", en tipo negrita, la leyenda "El sustento de la eficiencia térmica efectiva del producto dependerá de la calidad del gas combustible, el mantenimiento preventivo y localización del producto", en tipo normal.

**11.3.17** La leyenda "La etiqueta no debe retirarse del producto hasta que haya sido adquirido por el consumidor final", en tipo normal.

#### **11.4 Dimensiones.**

Las dimensiones de la etiqueta son las siguientes:

Alto 14,0 cm  $\pm$  1 cm

Ancho 10,0 cm  $\pm$  1 cm

#### **11.5 Distribución de la información y colores.**

La información debe distribuirse como se muestra en la figura 3, que presenta un ejemplo de etiqueta.

#### **11.6 Distribución de los colores:**

Toda la información descrita en el inciso 11.3, así como las líneas y contorno de la flecha debe ser de color negro.

- El contorno de la etiqueta debe ser sombreado.
- El resto de la etiqueta debe ser de color amarillo.

#### **12. Vigilancia**

La Secretaría de Energía y la Procuraduría Federal del Consumidor conforme a sus atribuciones y en el ámbito de sus respectivas competencias, son las autoridades que están a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

#### **13. Bibliografía**

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.

NMX-Z-13-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.

ANSI-Z21.10.1/2009, "Gas Water Heaters. Volume I. Storage Water Heaters with Input Ratings of 75 000 BTU per Hour or Less".

ANSI-Z21.10.3/2004, "Gas Water Heaters. Volume III. Circulating tank, instantaneous and large automatic Storage Water Heaters".

#### **14. Concordancia con normas internacionales**

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración

#### **15. Transitorios**

**PRIMERO.** La presente Norma Oficial Mexicana, una vez publicada en el Diario Oficial de la Federación y a su entrada en vigor, cancelará y sustituirá a la NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de septiembre de 2000.

**Segundo.** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 90 días naturales después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y a partir de esta fecha todos los calentadores comprendidos en el Campo de Aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, serán certificados con base a la misma.

**Tercero.** Los calentadores con certificado de cumplimiento con la NOM-003-ENER-2000, expedido por los organismos de certificación acreditados y aprobados antes de esta fecha, podrán ser comercializados como máximo hasta el término de su vigencia estipulada en el mismo.

**Cuarto.** No es necesario esperar el vencimiento del certificado de cumplimiento con la NOM-003-ENER-2000 para obtener el certificado de cumplimiento con la NOM-003-ENER-2011, si así le interesa al comercializador.

Sufragio Efectivo. No Reección.

México, D.F., a 5 de agosto de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Emiliano Pedraza Hinojosa**.- Rúbrica.

## APENDICE A

TABLA A.1.- Prefijos utilizados en los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades

Prefijo	Factor	Símbolo
Deca	10	da
Hecto	10 <sup>2</sup>	h
Kilo	10 <sup>3</sup>	k
Mega	10 <sup>6</sup>	M
Giga	10 <sup>9</sup>	G
Tera	10 <sup>12</sup>	T
Peta	10 <sup>15</sup>	P
Exa	10 <sup>18</sup>	E
deci	10 <sup>-1</sup>	d
centi	10 <sup>-2</sup>	c
mili	10 <sup>-3</sup>	m
micro	10 <sup>-6</sup>	μ
nano	10 <sup>-9</sup>	n
pico	10 <sup>-12</sup>	p
femto	10 <sup>-15</sup>	f
atto	10 <sup>-18</sup>	a

TABLA A.2.- Conversión de unidades empleadas en la presente Norma del sistema internacional al sistema métrico

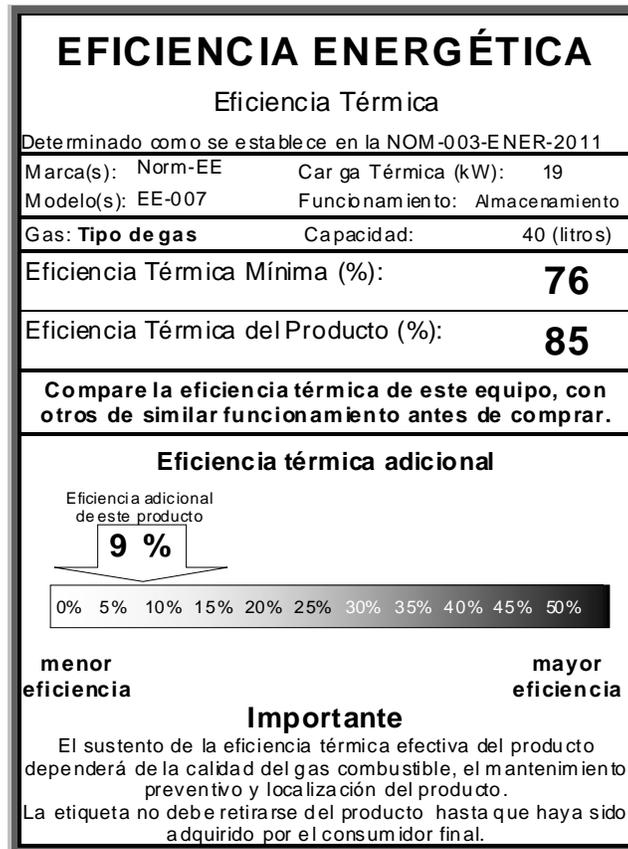
Variable	Sistema internacional	Multiplicar por:	Sistema métrico
Presión	1 kPa	1,02 x 10 <sup>-2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Potencia	1 kW	859,84	kcal/h
Volumen	1 dm <sup>3</sup>	1	l
Energía	1 J	0,2388	cal

Temperatura: °C = K - 273,15

TABLA A.3.- Poder calorífico inferior para gases combustibles

Fórmula	Nombre	PM	PCI
			kJ/m <sup>3</sup>
CO	Monóxido de carbono	28,01	11915,4
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	44,01	0,0
H <sub>2</sub>	Hidrógeno	2,016	10203,7
CH <sub>4</sub>	Metano	16,043	33873,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etano	30,07	60279,2
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propano	44,097	86290,4
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	N-Butano	58,124	112171,2
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Iso-Butano	58,124	111817,3
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Eteno	28,054	0,0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	Propeno	42,081	81327,4
O <sub>2</sub>	Oxígeno	31,99	0,0
N <sub>2</sub>	Nitrógeno	28,013	0,0
H <sub>2</sub> O	Agua	18,015	0,0
H <sub>2</sub> S	Sulfuro de Hidrógeno	34,076	21860,8

**Figura 3.- Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de calentador de agua para uso doméstico o comercial**



**NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-ENER-2011, EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICACIONES.- ENVOLVENTE DE EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL.

EMILIANO PEDRAZA HINOJOSA, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, con fundamento en los artículos: 33 fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 6, 7 fracción VII, 10, 11 fracciones IV y V y quinto transitorio de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XII, 41, 44, 45, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3 fracción VI inciso c), 33, 34 fracciones: XIX, XX, XXII, XXIII y XXV, y 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-ENER-2011, EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICACIONES.- ENVOLVENTE DE EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL**

**CONSIDERANDO**

Que la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, define las facultades de la Secretaría de Energía, entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia del sector energético;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente, la preservación de los recursos naturales y salvaguardar la seguridad al usuario;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-020-ENER-2010, Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional. Lo que se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 2011, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de norma oficial mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron comentarios sobre el contenido del citado proyecto de norma oficial mexicana, mismos que fueron analizados por el Comité, realizándose las modificaciones conducentes al proyecto de NOM. Las respuestas a los comentarios recibidos fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el jueves 21 de julio de 2011;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana: NOM-020-ENER-2011, Eficiencia Energética en Edificaciones.- Envoltente de Edificios para Uso Habitacional.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 5 de agosto de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Emiliano Pedraza Hinojosa**.- Rúbrica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-ENER-2011, EFICIENCIA ENERGETICA  
EN EDIFICACIONES.- ENVOLVENTE DE EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL**

**PREFACIO**

Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- Aislantes Minerales, S.A. de C.V.
- Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, A.C.
- Asociación de Fabricantes de Vidrio de Seguridad, A.C.
- Asociación de Paneles de Acero y Concreto
- Cementos Mexicanos
- Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México, A.C.
- Comisión Nacional de Vivienda
- Corporación GEO
- Energía, Tecnología y Educación, S.C.
- Grupo Idesa/Novaidesa
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
- Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Instituto Mexicano del Petróleo
- Instituto de la Vivienda de Nuevo León
- Lean House Consulting
- Owens Corning México, S. de R.L. de C.V.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.
- Polioles, S.A. de C.V.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Cuajimalpa
- URBI
- Vitro Vidrio Plano de México, S.A. de C.V.

**CONTENIDO**

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Clasificación
6. Especificaciones
  - 6.1. Características del edificio para uso habitacional de referencia
7. Método de cálculo
  - 7.1 Cálculo del presupuesto energético
  - 7.2 Determinación del coeficiente global de transferencia de calor (K) de las porciones de la envolvente
  - 7.3 Barreras de vapor (Barrera para humedad)
  - 7.4 Orientación
8. Criterio de aceptación
9. Muestreo
10. Informe de resultados
11. Etiquetado
12. Vigilancia
13. Sanciones
14. Bibliografía
15. Concordancia con normas internacionales
16. Transitorios

**Apéndices Normativos****A. Tablas**

- A.1. Tabla de valores para el Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Envolvente
- A.2. Tablas para determinar el Factor de Corrección de Sombreado Exterior (SE)
  - A.2.1 Ventana con volado, con extensión lateral más allá de los límites de ésta
  - A.2.2. Ventana con volado, con extensión lateral hasta los límites de ésta.
  - A.2.3 Ventana remetida
  - A.2.4 Ventana con partesoles
  - A.2.5 Procedimiento para la interpolación de datos en tablas

**B. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor****C. Formato para reportar el cálculo del presupuesto energético****Apéndices Informativos****D. Valores de conductividad y aislamiento térmico de diversos materiales****0. Introducción**

La normalización para la eficiencia energética en edificios para uso habitacional representa un esfuerzo encaminado a mejorar el diseño térmico de edificios, y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía.

En México el acondicionamiento térmico de estas edificaciones repercute en gran medida en la demanda pico del sistema eléctrico, siendo mayor su impacto en las zonas norte y costeras del país, en donde es más común el uso de equipos de enfriamiento que el de calefacción.

En este sentido, esta norma optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, entre otros, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento.

Las unidades que se utilizan en esta norma corresponden al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en su norma NOM-008-SCFI-2002.

### **1. Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana limita la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

### **2. Campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana aplica a todos los edificios nuevos para uso habitacional y las ampliaciones de los edificios para uso habitacional existentes.

Si el uso de un edificio dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, constituye el 90 por ciento o más del área construida, esta Norma Oficial Mexicana aplica a la totalidad del edificio.

### **3. Referencias**

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana se deben consultar las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

NOM-018-ENER-1997, Aislantes Térmicos para Edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

### **4. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se definen los siguientes términos:

#### **4.1 Ampliación del edificio para uso habitacional**

Cualquier cambio en la edificación para uso habitacional que incremente el área construida.

#### **4.2 Área construida**

Es la suma en metros cuadrados de las superficies de todos los pisos de un edificio para uso habitacional, medidos a nivel de piso por el exterior de las paredes. No incluye área de estacionamiento.

#### **4.3 Barrera de vapor**

Es un material, producto o componente de un muro o techo que proporciona resistencia a la transmisión de vapor de agua en forma continua sobre la totalidad de la superficie del muro o techo.

#### **4.4 Coeficiente de conductividad térmica ( $\lambda$ )**

Es la cantidad de calor que permite pasar el material por metro lineal.

#### **4.5 Coeficiente de sombreado (CS)**

La razón entre el calor por radiación solar que se gana a través de un vidrio específico y el calor por radiación solar que se gana a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor, bajo idénticas condiciones.

#### **4.6 Coeficiente global de transferencia de calor (K)**

Es la cantidad de calor que permite pasar el sistema constructivo por metro cuadrado.

#### **4.7 Domo o tragaluz (Translúcido)**

Cúpula o claraboya translúcida.

#### **4.8 Edificio para uso habitacional; edificación**

Cualquier estructura que limita un espacio por medio de techos, paredes, ventanas, domos o tragaluces, piso o superficies inferiores.

#### **4.9 Edificio para uso habitacional proyectado**

El edificio para uso habitacional que se pretende construir.

#### **4.10 Edificio para uso habitacional de referencia**

Es el edificio para uso habitacional que conservando la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación del edificio para uso habitacional proyectado, es utilizado para determinar un presupuesto energético máximo, con características de la envolvente definidas en la norma.

#### **4.11 Envolvente de un edificio para uso habitacional**

Se refiere al techo, paredes, vanos, puertas, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio para uso habitacional.

**4.12 Factor de corrección por sombreado exterior (SE)**

Es un valor adimensional entre cero y uno, se determina por la sombra que proyecta en la parte translúcida.

**4.13 Factor de ganancias solar (FG)**

Es el promedio de radiación solar que recibe cada orientación, determinada en watts por metro cuadrado.

**4.14 Muro ligero**

Es aquel elemento construido empleando un bastidor o estructura soportante abierta, la cual se recubre en ambos lados, con tableros de material con espesores hasta de 2,5 cm, dejando al interior un espacio hueco o relleno con aislante térmico.

**4.15 Muro masivo**

Es aquel elemento construido con concreto, sea por medio de cimbra perdida o reusable de diferentes materiales o por bloque hueco de concreto, tabicón, tabique rojo recocido, bloque perforado de barro extruido, bloque o tableros de concreto celular curado con autoclave, bloque de tepetate o adobe, o materiales semejantes con espesor igual o mayor a 10 cm.

**4.16 Opaco**

Lo que no permite pasar la luz visible.

**4.17 Pared**

Es la componente de la envolvente de un edificio para uso habitacional cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor a 45° y hasta 135°.

**4.18 Presupuesto energético**

Es la comparación de las ganancias de calor a través de la envolvente entre los edificios para uso habitacional proyectado y de referencia.

**4.19 Sistemas de enfriamiento**

Aparato o equipo eléctrico utilizado para enfriar mecánicamente el espacio interior de un edificio para uso habitacional.

**4.20 Superficie inferior**

Es la componente de la envolvente de un edificio para uso habitacional que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor a 135° y hasta 180°.

**4.21 Techo**

Es la componente de la envolvente de un edificio para uso habitacional que tiene una superficie exterior cuya normal tiene un ángulo con respecto a la vertical mayor o igual a 0° y hasta 45°.

**4.22 Temperatura equivalente promedio ( $t_e$ )**

Es una temperatura indicativa, de la temperatura exterior promedio, durante el período de verano.

**4.23 Transparente (Translúcido)**

Lo que no es opaco.

**5. Clasificación**

Para fines de esta Norma Oficial Mexicana, las partes que conforman la envolvente de un edificio para uso habitacional se clasifican y denominan de la siguiente manera.

Nombre de la componente y ángulo de la normal a la superficie exterior con respecto a la vertical		Partes
Techo	Desde 0° y hasta 45°	Opaco No opaco (domo y tragaluz)
Pared	Mayor a 45° y hasta 135°	Opaca (muro) No opaca (vidrio, acrílico)
Superficie inferior	Mayor a 135° y hasta 180°	Opaca No opaca (vidrio, acrílico)
Piso	Generalmente 180°: también se deben considerar los pisos inclinados	Opaco No opaco (vidrio, acrílico)

## 6. Especificaciones

### 6.1. Características del edificio para uso habitacional de referencia

Se entiende por edificio para uso habitacional de referencia aquel que conservando la misma orientación, las mismas condiciones de colindancia y las mismas dimensiones en planta y elevación del edificio para uso habitacional proyectado, considera las siguientes especificaciones para las componentes de la envolvente:

Techo		
Parte	Porcentaje del área total %	Coefficiente Global de Transferencia de Calor K (W/m <sup>2</sup> K)
Opaca	100	Tabla 1
Transparente	0	-----

Pared			
Parte	Porcentaje del área total %	Coefficiente Global de Transferencia de Calor K (W/m <sup>2</sup> K)	Coefficiente de Sombreado CS
Fachada opaca	90	Tabla 1	-----
Fachada Transparente	10	5,319	1
Colindancia opaca	100	Tabla 1	-----

Para el cálculo de ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia no se toma en cuenta la ganancia de calor a través del piso, debido a que se supone que se encuentra sobre el suelo. Sin embargo, en el caso de que el edificio para uso habitacional proyectado tenga uno o más pisos de estacionamiento por encima del suelo, se debe sumar la ganancia de calor a través del piso o entrepiso del 1er. nivel habitable del mismo.

### 7. Método de cálculo (Presupuesto energético)

#### 7.1 Cálculo del presupuesto energético

A continuación se describen los cálculos de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado y del edificio para uso habitacional de referencia.

#### 7.1.1 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$$

en donde:

$\phi_p$  es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, en W;

$\phi_{pc}$  es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y no opacas de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, determinada según el inciso 7.1.1.1, en W;

$\phi_{ps}$  es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes no opacas de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, determinada según el inciso 7.1.1.2, en W.

#### 7.1.1.1 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, techo y superficie inferior y utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

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.

Cualquier porción de la envolvente directamente sobre la tierra se considera que tiene una ganancia de calor de cero. Sin embargo, si el edificio para uso habitacional 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 para uso habitacional 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:

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

en donde:

- $\phi_{pci}$  es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación  $i$ , en W;
- $j$  son las diferentes porciones que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor. Por ejemplo, una porción típica de una parte opaca de una pared, es un muro formado por un repellado o aplanado exterior, tabique y un repellado interior, o un repellado exterior, una placa de poliestireno expandido y un tapiz plástico en el interior;
- $K_j$  es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, determinado según el Apéndice B, en W/m<sup>2</sup> K;
- $A_{ij}$  es el área de la porción  $j$  con orientación  $i$ , en m<sup>2</sup>;
- $t_{ei}$  es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación  $i$ , determinada según la tabla 1, en °C;
- $t$  es el valor de la temperatura interior del edificio para uso habitacional, que se obtiene de la tabla 1, en °C.

#### 7.1.1.2 La ganancia de calor por radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes no opacas, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

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:

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

en donde:

- $\phi_{psi}$  es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones no opacas de la envolvente del edificio para uso habitacional 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. Una porción típica de una parte no opaca es una pared de vidrio, o con bloques de vidrio;
- $A_{ij}$  es el área de la porción transparente  $j$  con orientación  $i$ , en m<sup>2</sup>;
- $CS_j$  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 1 del apéndice A, en W/m<sup>2</sup>;
- $SE_{ij}$  es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado según el elemento utilizado para sombrear en la tabla 2, 3, 4 y 5 con valor adimensional entre cero y uno;

### 7.1.2 Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia

Para que el edificio para uso habitacional de referencia corresponda al edificio para uso habitacional proyectado, el área total de cada una de las componentes para cada orientación debe ser igual para ambos. Las paredes del edificio para uso habitacional de referencia se consideran con 90% de parte opaca (muro) y 10% de parte no opaca (transparente) y el techo con 100% de parte opaca y 0% de parte no opaca.

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$$

en donde:

$\phi_r$  es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia, en W;

$\phi_{rc}$  es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia por conducción, en W;

$\phi_{rs}$  es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia por radiación solar, en W.

#### 7.1.2.1 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:

$$\phi_{rc} = \sum_{i=1}^5 \phi_{rci}$$

en donde:

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

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

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

en donde:

$\phi_{rc}$  es la ganancia de calor por conducción a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia, en W;

$j$  son las diferentes partes de la componente de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia;

$K_j$  es el coeficiente global de transferencia de calor de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia  $j$ . Para las partes opacas se determina según la tabla 1, en dos condiciones: edificio para uso habitacional hasta de tres niveles y condominios horizontales con muros compartidos, y edificios para uso habitacional de más de tres niveles; para las partes transparentes de los techos es 5,952 W/m<sup>2</sup> K y para las partes transparentes de las paredes es 5,319, en W/m<sup>2</sup> K;

$A_{ij}$  es el área de cada parte de la envolvente  $j$ , con orientación  $i$ , en m<sup>2</sup>;

$t_{ei}$  es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación  $i$ , determinado según la tabla 1, en °C;

$t$  es el valor de la temperatura interior del edificio para uso habitacional, determinada según la tabla 1 del apéndice A, en °C.

Para las partes opacas de las paredes del edificio para uso habitacional de referencia se deben utilizar las temperaturas correspondientes a muro masivo, según se determina en la tabla 1.

**7.1.2.2 Ganancia de calor por radiación**

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes no opacas, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{rs} = \sum_{i=1}^5 \phi_{rsi}$$

en donde:

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

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

$$\phi_{rsi} = \sum_{i=1}^5 [Ar_i \times CSr_i \times FG_i]$$

en donde:

$\phi_{rsi}$  es la ganancia de calor por radiación solar a través de la parte transparente de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia, con orientación  $i$ , en W;

$Ar_i$  es el área de la parte transparente de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia, con orientación  $i$ , en m<sup>2</sup>;

$CSr_i$  es el coeficiente de sombreado del vidrio empleado en el edificio para uso habitacional de referencia, con orientación  $i$ , con valor adimensional de 1,0 para las paredes.

$FG_i$  es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la tabla 1 del apéndice A, en W/m<sup>2</sup>;

**7.2 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 del edificio para uso habitacional proyectado, se determinarán de acuerdo al método de cálculo establecido en el Apéndice B. Para el edificio para uso habitacional de referencia los valores de K se especifican en la tabla 1 y en el inciso 6.1.

**7.3 Barreras de vapor (barrera para humedad)**

En la tabla 1 se indica las ciudades donde es necesario utilizar barreras de vapor, para que la envolvente del edificio para uso habitacional no pierda sus características térmicas.

**7.4 Orientación**

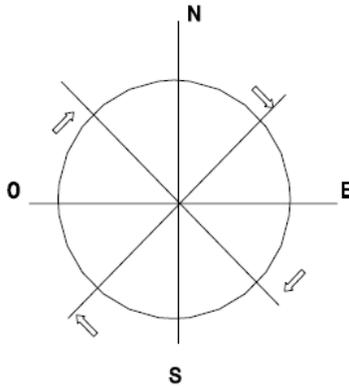
Debido a que la ganancia de calor a través de las paredes varía con la orientación, se establecen en esta Norma Oficial Mexicana las siguientes convenciones:

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

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

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

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

**8. Criterio de aceptación****8.1 Presupuesto energético**

La ganancia de calor ( $\phi_p$ ) a través de la envolvente del edificio para uso habitacional proyectado, debe ser menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio para uso habitacional de referencia ( $\phi_r$ ), es decir:

$$\phi_p \leq \phi_r$$

**9. Muestreo**

Todos los edificios para uso habitacional nuevos o ampliaciones de edificios para uso habitacional existentes, incluidos en el campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, están sujetos al cumplimiento de la misma.

**10. Informe de resultados**

En el Apéndice C se presentan los formatos para reportar los resultados del presupuesto energético. La Unidad de Verificación, acreditada y aprobada, es la responsable de verificar el cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.

## 11. Etiquetado

Los edificios para uso habitacional nuevos o las ampliaciones de edificios para uso habitacional existentes, incluidos en el campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, que se construyan en los Estados Unidos Mexicanos deben mostrar una etiqueta que proporcione a los usuarios la información de la ganancia de calor máxima permitida por la Norma Oficial Mexicana (edificio para uso habitacional de referencia) y la ganancia de calor del edificio construido (edificio para uso habitacional proyectado).

### 11.1 Permanencia

La etiqueta no debe removerse del edificio para uso habitacional.

### 11.2 Ubicación

La etiqueta debe ir colocada en el acceso o vestíbulo principal del edificio para uso habitacional por medio de una placa (véase 11.4 Material).

### 11.3 Información

La etiqueta debe contener la información que se lista a continuación:

El tipo de letra puede ser Arial o Helvética

**11.3.1** La leyenda "EFICIENCIA ENERGETICA", en tipo negrita.

**11.3.2** La leyenda "Ganancia de Calor", en tipo normal

**11.3.3** La leyenda "Determinada como se establece en la NOM-020-ENER-2011", en tipo normal.

**11.3.4** La leyenda "Ubicación del Edificio para uso Habitacional" en tipo negrita.

**11.3.5** La leyenda "Nombre", seguida del nombre del edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.6** La leyenda "Dirección", seguida de la dirección del edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.7** La leyenda "Colonia", seguida de la colonia en la que se encuentra el edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.8** La leyenda "Ciudad", seguida de la ciudad en la que se encuentra el edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.9** La leyenda "Delegación y/o Municipio", seguida de la delegación y/o estado en el que se encuentra el edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.10** La leyenda "Entidad Federativa", seguida de la entidad federativa en la que se encuentra el edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.11** La leyenda "Código Postal", seguida del código postal en el que se encuentra el edificio para uso habitacional, en tipo normal.

**11.3.12** La leyenda "Ganancia de Calor del Edificio para uso habitacional de Referencia (Watts)", seguida del valor de la ganancia de calor.

**11.3.13** La leyenda "Ganancia de Calor del Edificio para uso habitacional Proyectado (Watts)", seguida del valor de la ganancia de calor.

**11.3.14** La leyenda "Ahorro de Energía", en tipo negrita

**11.3.15** Una flecha con el porcentaje de ahorro de energía que tiene el edificio para uso habitacional comparado con el edificio para uso habitacional de referencia, obtenido con el siguiente cálculo, en tipo negrita.

$$\text{Ahorro de Energía} = (1 - \text{ganancia de calor del edificio residencial proyectado} / \text{ganancia de calor del edificio residencial de referencia}) \times 100$$

Esta flecha debe colocarse en el punto en que el ahorro de energía se presente gráficamente, de tal manera que coincida la punta y los tonos de la barra que están descritos en el inciso anterior.

**11.3.16** La leyenda "Ahorro de Energía de este Edificio", en tipo normal, sobre la flecha

**11.3.17** Una barra horizontal de 14 cm  $\pm$  1,0 cm, de tonos crecientes de blanco hasta negro, con una escala en la parte interior de 0 a 100 en porcentaje, con divisiones de 10 en 10, en tipo normal, para edificios para uso habitacional hasta tres niveles y conjunto horizontal con muros compartidos y de 34 cm  $\pm$  1,0 cm para edificios para uso habitacional de más de tres niveles.

Debajo de la barra en 0% debe colocarse la leyenda "menor ahorro", en tipo negrita y abajo de la barra en 100% debe colocarse la leyenda "mayor ahorro", en tipo negrita

**11.3.18** La leyenda "Ahorro de Energía de este Edificio", en tipo normal, sobre la flecha

**11.3.19** La leyenda "IMPORTANTE", en tipo negrita.

**11.3.20** La leyenda "Cuando la ganancia calor del edificio proyectado sea igual a la del edificio de para uso habitacional el ahorro será del 0% y por lo tanto cumple con la norma. La etiqueta no debe retirarse del edificio" en tipo normal.

**11.3.21** La leyenda "Fecha", seguida de la fecha en la que la Unidad de Verificación otorgó el dictamen de cumplimiento de acuerdo con la norma, en tipo normal.

**11.3.22** La leyenda "Nombre y Clave de la Unidad de Verificación", seguida del nombre de la Unidad de Verificación que otorgó el dictamen de cumplimiento de acuerdo con la norma, en tipo normal.

#### **11.4 Material**

Puede ser plástico, acrílico o lámina galvanizada en color amarillo con caracteres en negro.

#### **11.5 Dimensiones**

Las dimensiones de la etiqueta deben ser las siguientes:

Para edificios para uso habitacional hasta tres niveles y conjunto horizontal con muros compartidos

Alto	30 cm ± 1,0 cm
Ancho	20 cm ± 1,0 cm

Para edificios para uso habitacional de más de tres niveles

Alto	60 cm ± 1,0 cm
Ancho	40 cm ± 1,0 cm

#### **11.6 Distribución de la información y colores**

**11.6.1** La información debe distribuirse como se muestra en la figura 1, en donde se presenta un ejemplo de la etiqueta

**11.6.2** La distribución de los colores se realiza de la siguiente manera:

- El contorno de la etiqueta y las letras deben ser en color negro
- El resto de la etiqueta debe ser de color amarillo

#### **12. Vigilancia**

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, conforme a sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, es la autoridad que está a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

El cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana no releva ninguna responsabilidad en cuanto a la observancia de lo dispuesto en otras Normas Oficiales Mexicanas y reglamentos existentes aplicables a la construcción.

#### **13. Sanciones**

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana se sancionará conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento de Construcción vigente y demás disposiciones legales aplicables.

#### **14. Bibliografía**

- 1997 ASHRAE Handbook - Fundamentals, ASHRAE, Atlanta, GA, E.U.A.
- 90.1 Energy Code for Commercial and High-Rise Residential Buildings. ASHRAE, Atlanta, GA, E.U.A. 1993
- A Method for Optimizing Solar Control and Daylighting Performance in Commercial Office Buildings, S. Selkowitz; LBL -32931; September 1992; pp. 14 CIEE, University of California, California, E.U.A.
- Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings. California Energy Commission Publications. California 1992
- ISO/TC 163 Thermal Insulation. CEN/TC 89 Thermal Performance of Buildings and Building Components. International Standards Organization, 1991
- ISO/TC 163 Thermal Insulation. CEN/TC 205 Building Environmental Design. International Standards Organization, 1993
- Nonresidential Manual: for Compliance with the 1995 Energy Efficiency Standards (For Nonresidential Buildings, High-Rise Residential Buildings, and Hotels/Motels). Sacramento: California Energy Commission, Efficiency Standards Office, Energy Efficiency Division, 1995.
- Odón de Buen Rodríguez. Air conditioning in Mexicali: Economic and environmental impacts Energy and resources group. University of California at Berkeley. Enero 1993.
- Standard Methods of Measuring and Expressing Building Energy Performance. ASHRAE, Atlanta, GA, E.U.A. 1985

- Szokolay, S.V. - Thermal Design of Buildings - RAI, Canberra 1996
- The Influence of Glazing Selection on Commercial Building Energy Performance in Hot and Humid Climates., Sullivan R., Arasteh D., Sweitzer G., Johnson R., and Selkowitz S., Proceedings of the ASHRAE Conference on Air Conditioning in Hot Climates, Singapore, September 3-5, 1987.
- The benefits of including energy efficiency early in the design stage -Anglia Polytechnic University. BRECSU Enquiries Bureau at the Building Research Establishment, Garston. Waterford, WD2 7JR, Reino Unido.
- Vansant James H., "Conduction Heat Transfer Solutions", Lawrence Livermore National Laboratory, 1983

#### 15. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

#### 16. Transitorio

**Unico.-** La presente Norma Oficial Mexicana una vez publicada en el Diario Oficial de la Federación como Norma Oficial Mexicana definitiva, entrará en vigor 120 días naturales posteriores a su publicación y a partir de esta fecha, todos los edificios para uso habitacional comprendidos en el campo de aplicación de la misma serán verificados con base en ella.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 5 de agosto de 2011.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Emiliano Pedraza Hinojosa**.- Rúbrica.

**Figura 1. Ejemplo de Etiqueta de Eficiencia Energética**



Apéndices Normativos

A. Tablas

Tabla 1. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Envolvente

ESTADO	Ciudad	K de referencia ( W/m²K )		CONDUCCIÓN												RADIACIÓN				Barrera para vapor						
				OPACA						TRANSPARENTE						TRANSPARENTE										
		Hasta tres niveles y Conjunto horizontal con muros compartidos		Mas de tres niveles		Temperatura equivalente promedio $t_e$ ( °C )												Factor de ganancia solar promedio FG ( W/m² )								
						$T_{interior}$	Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo					Ventanas				
Techo y muro	Techo	Muro	N	E	S				O	N	E	S	O	N	E	S		O	Tragaluz y domo	N	E	S	O			
AGUASCALIENTES	Aguascalientes	0.833	0.833	0.909	24	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	Si
	BAJA CALIF. SUR	0.526	0.526	0.714	25	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	
BAJA CALIFORNIA	Cabo S. Lucas	0.526	0.526	0.714	25	30	44	30	34	32	32	36	39	38	39	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	Si
	Ensenada	0.909	0.909	0.909	24	25	35	22	25	24	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	322	70	159	131	164	Si
CAMPECHE	Mexicali	0.476	0.476	0.556	25	34	50	36	40	37	38	41	45	43	45	29	30	32	32	32	322	70	159	131	164	Si
	Tijuana	0.714	0.714	0.909	23	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	322	70	159	131	164	Si
COAHUILA	Campeche	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	284	95	152	119	133	Si
	Cd. Carmen.	0.526	0.526	0.625	25	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	Si
COLIMA	Monclova	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	Si
	Piedras Negras	0.526	0.526	0.625	25	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	
COLIMA	Saltillo	0.833	0.833	0.909	25	27	38	25	28	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	322	70	159	131	164	Si
	Torreón	0.526	0.526	0.625	25	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164	
CHIAPAS	Colima	0.556	0.556	0.909	25	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	274	91	137	118	146	Si
	Manzanillo	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	34	32	33	36	40	38	40	26	27	28	29	29	274	91	137	118	146	Si
CHIAPAS	Arriaga	0.526	0.526	0.625	25	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	Si
	Comitán	0.833	0.833	0.909	23	25	35	22	24	24	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	272	102	140	114	134	Si
CHIAPAS	San Cristóbal	0.909	0.909	0.909	23	22	31	19	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134	Si
	Tapachula	0.526	0.526	0.714	25	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	272	102	140	114	134	
CHIHUAHUA	Tuxtla Gutiérrez	0.556	0.556	0.833	25	29	42	29	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	272	102	140	114	134	Si
	Casas Grandes	0.714	0.714	0.909	25	28	40	27	30	28	28	32	36	34	35	23	25	25	26	26	322	70	159	131	164	Si
D. F.	Chihuahua	0.625	0.625	0.909	25	28	41	27	30	29	29	33	36	35	36	24	25	26	26	26	322	70	159	131	164	
	D. F.	Cd. Juárez	0.625	0.625	0.833	25	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	27	27	322	70	159	131	164
H. del Parral		0.833	0.833	0.909	25	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	23	24	25	25	25	322	70	159	131	164	
D. F.	México (a)	0.909	0.909	0.909	23	23	33	20	22	22	21	26	29	28	28	19	21	21	21	21	272	102	140	114	134	Si
	DURANGO	0.833	0.833	0.909	24	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	322	70	159	131	164	
GUANAJUATO	Lerdo	0.556	0.556	0.714	25	30	43	29	33	31	31	35	39	37	38	25	26	27	28	28	322	70	159	131	164	Si
	Guanajuato	0.714	0.714	0.909	24	25	36	23	25	24	24	29	32	31	31	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146	
GUERRERO	León (b)	0.714	0.714	0.909	25	27	38	25	28	26	26	31	34	33	33	22	24	24	24	25	274	91	137	118	146	Si
	Acapulco	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
HIDALGO	Chilpancingo	0.714	0.714	0.909	25	27	38	25	28	27	26	31	34	33	33	22	24	24	25	25	274	91	137	118	146	Si
	Zihuatanejo	0.556	0.556	0.833	25	29	42	29	32	30	30	34	38	36	37	25	26	27	27	27	274	91	137	118	146	
HIDALGO	Pachuca	0.909	0.909	0.909	22	22	31	19	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134	Si
	Tulancingo	0.909	0.909	0.909	23	23	32	19	21	21	20	25	28	27	27	19	20	20	20	21	272	102	140	114	134	

**Tabla 1. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Envolvente (continuación)**

ESTADO	Ciudad	K de referencia ( W/m²K )			CONDUCCIÓN										RADIACIÓN				Barrera para vapor							
					OPACA					TRANSPARENTE					TRANSPARENTE											
		Hasta tres niveles y Conjunto horizontal con muros compartidos			Mas de tres niveles			Temperatura equivalente promedio te ( °C )										Factor de ganancia solar promedio FG ( W/m² )								
								T interior	Superficie inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero							Tragaluz y domo	Ventanas			
Techo y muro		Techo	Muro				N	E	S	O	N	E	S	O		N	E	S	O	Tragaluz y domo	N	E	S	O		
JALISCO	Guadalajara (c)	0.714	0.714	0.909	25	26	38	25	27	26	26	30	34	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	Si
	Huejucar	0.714	0.714	0.909	24	26	38	25	27	26	26	30	34	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	
	Lagos de Mor.	0.833	0.833	0.909	23	26	37	24	26	25	25	29	33	32	32	21	23	23	24	24	274	91	137	118	146	
	Ocotlán	0.714	0.714	0.909	25	27	38	25	28	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	274	91	137	118	146	
	Puerto Vallarta	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
MÉXICO	Chapingo, Texc.	0.833	0.833	0.909	23	23	32	20	22	22	21	26	29	28	28	19	21	21	21	21	274	91	137	118	146	Si
	Toluca	0.909	0.909	0.909	22	21	29	17	18	18	18	23	25	25	24	17	18	18	19	19	274	91	137	118	146	
MICHOACÁN	Morelia	0.833	0.833	0.909	24	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146	Si
	Lázaro Carden.	0.526	0.526	0.625	25	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
MORELOS	Uruapan	0.833	0.833	0.909	24	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146	Si
	Cuernavaca	0.714	0.714	0.909	25	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
NAYARIT	Cuautila	0.556	0.556	0.833	25	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	26	27	274	91	137	118	146	Si
	Tepic	0.714	0.714	0.909	24	27	39	26	29	27	27	31	35	34	34	23	24	25	25	25	274	91	137	118	146	
NUEVO LEÓN	Monterrey (d)	0.556	0.556	0.714	25	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	274	91	137	118	146	Si
	Oaxaca	0.714	0.714	0.909	24	26	38	25	27	26	26	30	34	33	33	22	23	24	24	24	272	102	140	114	134	
PUEBLA	Salina Cruz	0.526	0.526	0.556	25	31	46	32	36	33	34	37	41	39	41	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	Si
	Puebla	0.833	0.833	0.909	24	24	34	21	23	23	22	27	30	29	29	20	21	22	22	22	272	102	140	114	134	
QUERÉTARO	Atlixco	0.714	0.714	0.909	23	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134	Si
	Tehuacán	0.714	0.714	0.909	24	25	35	23	25	24	24	28	31	31	31	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134	
QUINTANA ROO	Querétaro	0.833	0.833	0.909	24	26	37	24	27	26	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	Si
	San Juan del Río.	0.833	0.833	0.909	24	24	34	22	24	23	23	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	
SAN LUIS POTOSÍ	Cozumel	0.526	0.526	0.714	25	30	44	30	33	31	32	35	39	37	38	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si
	Chetumal	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	284	95	152	119	133	
	Cancún	0.526	0.526	0.625	25	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	
SINALOA	Playa Carmen	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133	Si
	Río Verde	0.556	0.556	0.909	25	28	41	27	30	29	29	33	36	35	35	24	25	26	26	26	274	91	137	118	146	
	San Luis Potosi	0.833	0.833	0.909	25	24	34	22	24	23	23	27	30	30	30	20	22	22	22	22	274	91	137	118	146	
	Cd. Valles	0.526	0.526	0.556	25	31	45	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146	
SINALOA	Matuhuala	0.833	0.833	0.909	25	27	39	25	28	27	27	31	34	33	34	22	24	25	25	25	274	91	137	118	146	Si
	Culliacán	0.526	0.526	0.556	25	31	46	32	36	33	34	37	41	39	41	27	28	29	29	29	322	70	159	131	164	
	Mazatlán	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164	
	Guasave	0.526	0.526	0.556	25	32	47	33	36	34	34	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164	
Los Mochis	0.526	0.526	0.625	25	32	47	33	36	34	34	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164		

**Tabla 1. Valores para el Cálculo del Flujo de Calor a Través de la Envolvente (continuación)**

ESTADO	Ciudad	K de referencia ( W/m²K )		CONDUCCIÓN												RADIACIÓN				Barrera para vapor							
				OPACA						TRANSPARENTE						TRANSPARENTE											
		Temperatura equivalente promedio te ( °C )																									
		Hasta tres niveles y Conjunto horizontal con muros compartidos	Mas de tres niveles		T <sub>interior</sub>	Superficie inferior	Techo	Muro masivo					Muro ligero					Tragaluz y domo	Ventanas				Factor de ganancia solar promedio FG ( W/m² )				
Techo y muro	Techo		Muro	N				E	S	O	N	E	S	O	N	E	S		O	Tragaluz y domo	N	E	S	O			
SONORA	Guaymas	0.476	0.476	0.556	25	32	47	33	37	34	35	38	42	40	42	27	29	30	30	30	322	70	159	131	164	Si	
	Hermosillo	0.476	0.476	0.526	25	33	48	34	38	35	36	39	43	41	43	28	29	30	31	31	322	70	159	131	164	Si	
	Obregón	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	Si	
	Navoja	0.526	0.526	0.526	25	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164	Si	
	Nogales	0.714	0.714	0.909	25	28	40	27	30	28	28	32	36	35	35	23	25	26	26	26	322	70	159	131	164	Si	
TABASCO	Villahermosa	0.526	0.526	0.556	25	32	46	32	36	34	34	38	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134	Si	
	Comalcalco	0.526	0.526	0.625	25	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	Si	
TAMAULIPAS	Cd. Victoria	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	Si	
	Tampico	0.526	0.526	0.625	25	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si	
	Matamoros	0.556	0.556	0.833	25	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	272	102	140	114	134	Si	
	Reynosa	0.556	0.556	0.625	25	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134	Si	
TLAXCALA	Nuevo Laredo	0.526	0.526	0.556	25	32	46	32	36	34	34	37	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134	Si	
	Tlaxcala	0.909	0.909	0.909	23	24	33	21	23	22	22	27	29	29	28	20	21	21	21	22	272	102	140	114	134	Si	
	Coatzacoalcos	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	29	29	272	102	140	114	134	Si	
VERACRUZ	Córdoba	0.714	0.714	0.909	24	27	38	25	28	27	27	31	34	33	33	22	24	24	25	25	272	102	140	114	134	Si	
	Jalapa	0.714	0.714	0.909	23	25	36	23	25	24	24	29	32	31	31	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134	Si	
	Orizaba	0.714	0.714	0.909	24	26	37	24	26	25	25	29	33	32	32	21	23	23	24	24	272	102	140	114	134	Si	
	Tuxpan	0.526	0.526	0.714	25	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	272	102	140	114	134	Si	
	Poza Rica	0.526	0.526	0.625	25	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134	Si	
	Veracruz	0.526	0.526	0.625	25	31	44	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	29	272	102	140	114	134	Si	
	YUCATÁN	Merida	0.526	0.526	0.625	25	31	44	31	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	29	284	95	152	119	133	Si
	Progreso	0.526	0.526	0.714	25	30	44	30	34	31	32	35	39	38	39	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si	
ZACATECAS	Valladolid	0.526	0.526	0.714	25	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	Si	
	Fresnillo	0.833	0.833	0.909	23	24	34	21	23	23	22	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	Si	
	Zacatecas	0.909	0.909	0.909	22	24	34	21	23	23	22	27	30	29	29	20	21	22	22	22	274	91	137	118	146	Si	

- ( 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.

## A.2 Tablas para Determinar el Factor de Corrección de Sombreado Exterior (Se)

**A.2.1 Ventana con volado 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 2.



**Tabla 2. Factor de corrección de sombreado exterior (SE)**

L/H	NORTE		ESTE Y OESTE		SUR	
	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,10	0,94	0,94	0,95	0,98	0,92	0,96
0,20	0,90	0,90	0,90	0,96	0,85	0,93
0,30	0,86	0,88	0,85	0,93	0,79	0,90
0,40	0,84	0,84	0,80	0,92	0,73	0,87
0,50	0,82	0,82	0,77	0,90	0,68	0,84
0,60	0,80	0,80	0,73	0,89	0,63	0,82
0,70	0,79	0,79	0,70	0,87	0,59	0,79
0,80	0,78	0,78	0,67	0,86	0,55	0,78
1,00	0,76	0,75	0,63	0,84	0,49	0,75
1,20	0,74	0,73	0,60	0,83	0,45	0,74

(\*) **ZONA I** (latitud desde 33° y hasta 23°)

(\*\*) **ZONA II** (latitud menor de 23° y hasta 14°)

**A.2.2 Ventana con volado 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 3:

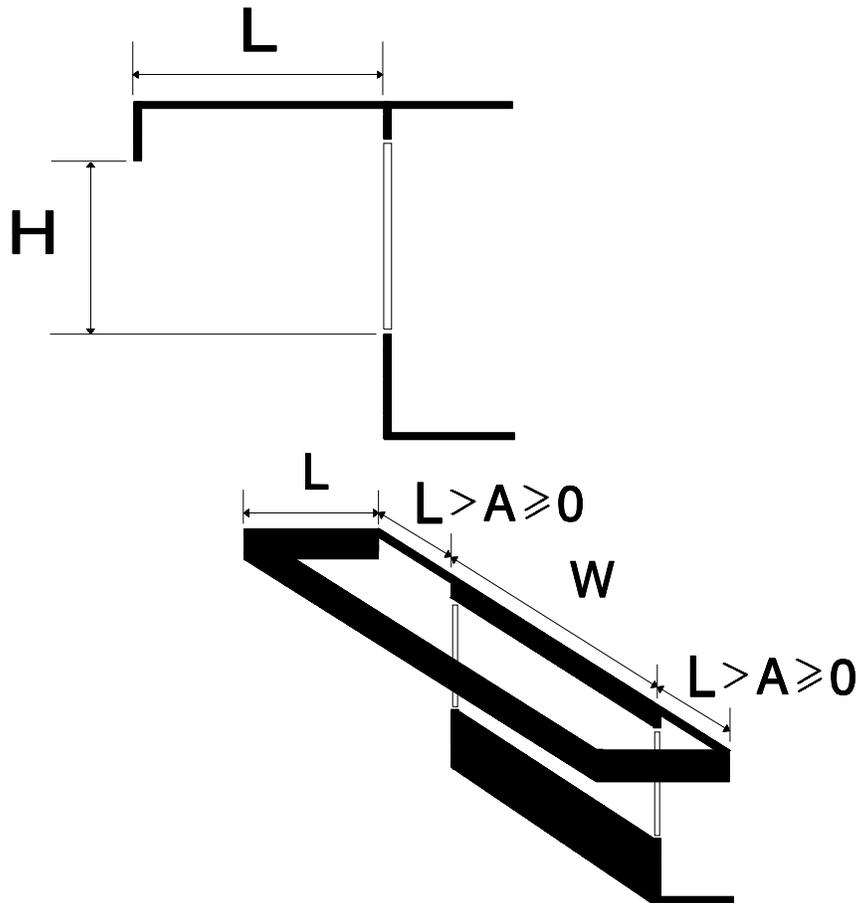


Tabla 3. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de volados sobre la ventana, con extensión lateral hasta los límites de ésta.

Ventanas al Norte con latitud de 19° y hasta 14°						
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

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

Ventanas al Norte con latitud de 23° 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	0,93	0,90	0,91	0,91	0,91
0,2	0,90	0,89	0,82	0,84	0,84	0,84
0,3	0,87	0,85	1,03	0,78	0,78	0,79
0,4	0,85	0,83	0,99	0,73	0,74	0,74
0,5	0,83	0,80	0,95	0,81	0,77	0,70
0,6	0,82	0,78	0,92	0,78	0,74	0,72
0,7	0,81	0,76	0,90	0,76	0,72	0,70
0,8	0,84	0,75	0,88	0,74	0,69	0,68
1,0	0,79	0,73	0,85	0,70	0,66	0,64
1,2	0,78	0,72	0,82	0,68	0,63	0,61

Ventanas al Norte con latitud de 28° 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	0,92	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

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

Ventanas al Norte con latitud de 32° 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	0,95	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 19° y hasta 14°						
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

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

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 23° 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	0,93	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 28° y hasta 23°						
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

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

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 32° 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	0,93	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 19° y hasta 14°						
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

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

Ventanas al Sur con latitud de 23° 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	0,92	0,91	0,91	1,05	0,86	0,87
0,2	0,87	0,84	0,84	0,95	0,81	0,75
0,3	0,82	0,79	0,77	0,88	0,79	0,71
0,4	0,79	0,74	0,72	0,81	0,73	0,69
0,5	0,75	0,71	0,67	0,75	0,67	0,64
0,6	0,73	0,67	0,63	0,70	0,62	0,59
0,7	0,71	0,64	0,60	0,65	0,58	0,55
0,8	0,70	0,62	0,57	0,61	0,54	0,51
1,0	0,68	0,60	0,53	0,56	0,49	0,46
1,2	0,67	0,58	0,50	0,52	0,45	0,42

Ventanas al Sur con latitud de 28° 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	0,91	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

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

Ventanas al Sur con latitud de 32° 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	0,90	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

**A.2.3 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 4.

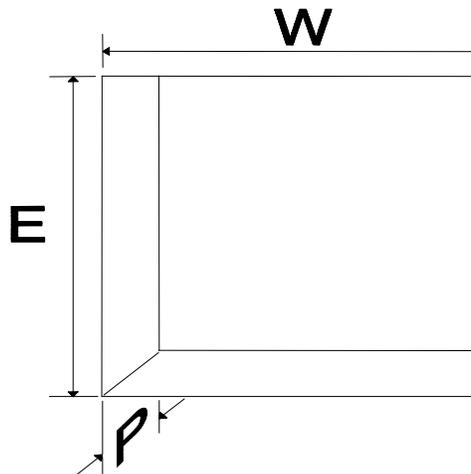


Tabla 4. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas remetidas

Ventanas al Norte con latitud de 19° y hasta 14°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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 23° y hasta 19°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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

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

Ventanas al Norte con latitud de 28° y hasta 23°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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 32° y hasta 28°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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

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

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 19° y hasta 14°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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 23° y hasta 19°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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

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

Ventanas al Este y Oeste con latitud de 28° y hasta 23°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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 32° y hasta 28°						
W/E→	0,5	1	2	4	6	8 y mayor
<b>P/E</b>						
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

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

<b>Ventanas al Sur con latitud de 19° y hasta 14°</b>						
<b>W/E→</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8 y mayor</b>
<b>P/E</b>						
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

<b>Ventanas al Sur con latitud de 23° y hasta 19°</b>						
<b>W/E→</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8 y mayor</b>
<b>P/E</b>						
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

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

Ventanas al Sur con latitud de 28° 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	0,74	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 32° 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	0,73	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

**A.2.4 Ventana con 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 5.

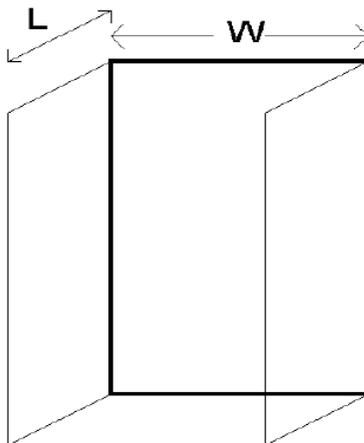


Tabla 5. Factor de corrección de sombreado exterior (SE) por el uso de ventanas con partesoles

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

**A.2.5 Procedimiento para la interpolación de datos en tablas.**

Supóngase la siguiente tabla:

<b>W/H</b>	$x_n$	$x_{n+1}$
<b>L/H</b>		
$y_n$	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:

$$F_x = \frac{(x - x_n)}{(x_{n+1} - x_n)} \quad F_y = \frac{(y - y_n)}{(y_{n+1} - y_n)}$$

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

**Ejemplo 1**

Supóngase una ventana orientada al oeste en un edificio para uso habitacional con latitud de 29°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:

<b>Ventanas al Este y Oeste con latitud de 32° y hasta 28°</b>						
<b>W/H→</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8 y mayor</b>
<b>L/H</b>						
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	<b>0,60</b>	<b>0,55</b>	0,51	0,49	0,48
1,0	0,66	<b>0,56</b>	<b>0,49</b>	0,45	0,43	0,41
1,2	0,64	0,52	0,45	0,40	0,38	0,36

$$F_x = \frac{(1,6875 - 1)}{(2 - 1)} = 0,6875$$

$$F_y = \frac{(0,8125 - 0,8)}{(1,0 - 0,8)} = 0,0625$$

Factor de corrección por sombreado exterior =

$$\begin{aligned} &0,6875 \times 0,0625 (0,49 - 0,56 - 0,55 + 0,60) \\ &+ 0,6875 (0,55 - 0,60) + 0,0625(0,55 - 0,6) + 0,60 \\ &= 0,5623 \end{aligned}$$

### Ejemplo 2

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

$$L/W = 0,80/1,50 = 0,5333 \text{ y}$$

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	<b>0,52</b>	0,64	0,56
1	<b>0,26</b>	0,44	0,34
1,5	0,13	0,35	0,24
2	0,05	0,30	0,17

$$\begin{aligned} \text{Factor de corrección por sombreado exterior} &= ((0,26 - 0,52) / (1,0 - 0,5)) \times (0,5333 - 0,5) + 0,52 \\ &= 0,502 \end{aligned}$$

## APENDICE B

### Normativo

#### Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor

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

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

donde:

- K es el coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio para uso habitacional, de superficie a superficie, en W/ m<sup>2</sup> K;
- M es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en m<sup>2</sup> K/W.
- B.1 Aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio para uso habitacional formado por capas homogéneas.

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

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{\ell_1}{\lambda_1} + \frac{\ell_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\ell_n}{\lambda_n} \quad (\text{B.2})$$

donde:

M es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en  $\text{m}^2 \text{K/W}$ ;

$h_i$  es la conductancia superficial interior, en  $\text{W/m}^2 \text{K}$ . 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  $13 \text{ W/m}^2 \text{K}$ ;

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

$\ell$  es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en m;

$\lambda$  es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio para uso habitacional, en  $\text{W/m K}$ .

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

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

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

$$M_{\text{parcial}} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{\ell_1}{\lambda_1} + \frac{\ell_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\ell_n}{\lambda_n} \quad (\text{B.4})$$

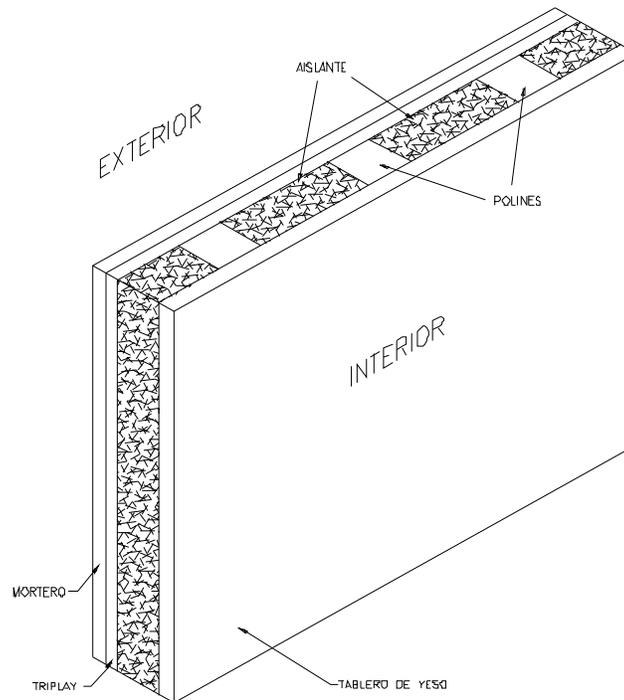
donde:

$M_{\text{parcial}}$  es el aislamiento térmico parcial de una porción de la envolvente del edificio para uso habitacional, de superficie a superficie ( $\text{m}^2 \text{K/W}$ ). Es la suma de todos los aislamientos térmicos de todas las capas y aislamientos superficiales que componen la parte de la envolvente del edificio para uso habitacional, 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 para uso habitacional, ocupada por cada material en la capa no homogénea.

g es el espesor o 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 B1). Para fines de cálculo se utilizarán las áreas totales.

Datos requeridos para el cálculo:

$$h_e = 13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Mortero de cal al exterior de 5 mm

$$\lambda = 0,872 \text{ W/mK} \quad l = 0,005 \text{ m}$$

Triplay de 9,6 mm

$$\lambda = 0,116 \text{ W/mK} \quad l = 0,0096 \text{ m}$$

Aislante térmico

$$\lambda = 0,035 \text{ W/mK} \quad l = 0,1 \text{ m}$$

Polín de madera de 0,05 por 0,1 m

$$\lambda = 0,130 \text{ W/mK} \quad l = 0,1 \text{ m}$$

Tablero de yeso de 9,6 mm

$$\lambda = 0,168 \text{ W/mK} \quad l = 0,0096 \text{ m}$$

$$h_i = 8,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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 (la distancia entre polines es de 60 cm).

$$\text{Area de muro} = 2,4 \times 10 = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de polines} = 17 \times 0,05 \times 2,4 = 2,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Fracción del área total de polines} = 2,04/24 = 0,085$$

$$\text{Fracción del área total de aislante térmico} = (24-2,04)/24 = 0,915$$

$$M_{\text{parcial}} = \frac{1}{8,1} + \frac{1}{13} + \frac{0,005}{0,872} + \frac{0,0096}{0,116} + \frac{0,0096}{0,168}$$

$$= 0,3460152 \quad \text{m}^2 \text{ K} / \text{W}$$

$$M = \frac{1}{\frac{0,085}{0,3460152 + \frac{0,1}{0,130}} + \frac{0,915}{0,3460152 + \frac{0,1}{0,035}}}$$

$$= 2,7634 \quad \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

$$K = \frac{1}{2,7634} = 0,3619 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

## APENDICE C

### Normativo

#### FORMATO PARA INFORMAR EL CALCULO DEL PRESUPUESTO ENERGETICO

El reporte del cálculo del presupuesto energético consta de cinco partes o pasos, en los cuales se debe proceder al llenado del formato:

- 1) Datos generales.- Se debe poner la información que permita identificar al propietario y la localización del edificio que se va a construir (proyectado), así como los datos de la Unidad de Verificación del proyecto.
- 2) Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente.- La información que se debe anotar en esta parte corresponde a los datos de la ciudad donde se construirá el edificio, y que serán utilizados para el cálculo del presupuesto energético. Esta información se obtiene del Apéndice A, tablas 1, 2, 3, 4 y 5.
- 3) Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente.- Para cada porción de la envolvente del edificio proyectado, se calcula su coeficiente de transferencia de calor (K), en función de los materiales que lo constituyen. Esta forma se deberá hacer tantas veces como porciones diferentes se utilicen en la construcción. La información de los materiales se obtiene del apéndice D, en el caso de los materiales aislantes sus valores deben estar certificados de acuerdo con la NOM-018-ENER-1997.
- 4) Cálculo comparativo de la ganancia de calor.- Esta parte está dividida en dos: edificio de referencia (4.2) y edificio proyectado (4.3).

En la parte del edificio de referencia (4.2), se utilizan las fracciones de las componentes según están definidas en la norma (techo 100%, tragaluz y domo 0%, muros 90%, y ventanas 10%).

En la parte 4.3, el constructor debe hacer todos los cálculos de su edificio proyectado utilizando las áreas reales y los resultados obtenidos en el inciso 3 (cálculo del coeficiente global de transferencia de calor), considerando la información que le proporcione el fabricante de los vidrios.

- 5) Resumen de cálculo.- Esta última parte concentra los cálculos realizados en el inciso 4 (cálculo comparativo de la ganancia de calor) y los compara, para saber si se cumple o no con la Norma.

**FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL  
PRESUPUESTO ENERGÉTICO**

**1.- Datos Generales**

1.1.- Propietario

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>

1.2.- Ubicación de la Obra

Nombre	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>
Colonia	<input type="text"/>
Ciudad	<input type="text"/>
Estado	<input type="text"/>
Código Postal	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>

1.3.- Unidad de Verificación

Nombre	<input type="text"/>		
Dirección	<input type="text"/>		
Colonia	<input type="text"/>		
Ciudad	<input type="text"/>		
Estado	<input type="text"/>		
Código Postal	<input type="text"/>	N° De Registro	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>	Fax:	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>		

**2.- Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (\*)**

2.1.- Ciudad \_\_\_\_\_  
 Latitud \_\_\_\_\_° \_\_\_\_\_'

2.2.- Temperaturas equivalentes promedio "te" (°C)

a).- Techo \_\_\_\_\_ b).- Superficie inferior \_\_\_\_\_

c).- Muros

	Masivo	Ligero
Norte	_____	_____
Este	_____	_____
Sur	_____	_____
Oeste	_____	_____

d).- Partes transparentes

Según NOM no existe	Tragaluz y Domo	_____
Norte	_____	_____
Este	_____	_____
Sur	_____	_____
Oeste	_____	_____

2.3.- Coeficiente de transferencia de calor "k" del edificio de referencia (W/m<sup>2</sup>K)

Techo	_____	Muro	_____
Tragaluz y Domo	_____	Ventana	_____

2.4.- Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m<sup>2</sup>)

Tragaluz y Domo	_____
Norte	_____
Este	_____
Sur	_____
Oeste	_____

2.5.- Barrera para vapor

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2.6.- Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	3	4	5	6	7
Tipo de sombreado (***)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
L/W, L/H o P/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
W/H o W/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Norte	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Este/Oeste	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Sur	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

\* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5 y de la Tabla 2, 3, 4 y 5 para el inciso 2.6

\*\* Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo

\*\*\* Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana remetida y 4 partesol



**3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)**  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción No homogénea <sup>(a)</sup>  Número <sup>(\*\*)</sup>

Componente de la envolvente  Techo  Pared

Área de la componente en m<sup>2</sup> (A)  =  Alto X  Ancho

Área que ocupa la componente no homogénea 1

Fracción de la combinación (F1) <sup>(b)</sup>

Área que ocupa la componente no homogénea 2

Fracción de la combinación (F2)

Área que ocupa la componente no homogénea 3

Fracción de la combinación (F3)

**3.2.- Aislamiento térmico parcial**

Material <sup>(***)</sup>	Espesor (m) l	Conductividad Térmica (w/mK) h o λ <sup>(****)</sup>	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) [ l / (h o λ)]
Convección exterior <sup>(*****)</sup>	1.0	13	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Convección interior	1	8.1	<input type="text"/>

Para obtener el aislamiento térmico parcial sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior  $M_{\text{parcial}}$   m<sup>2</sup> K/W

[ Fórmula  $M_{\text{parcial}} = \Sigma M$  ]

- \* Estos valores se obtienen del Apéndice D
- \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3
- \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción homogénea. Por ejemplo, en un muro estructurado formado por: 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 aislantes térmico. Sólo se deben poner los que forman la superficie exterior e interior, que es la porción homogénea. Véase apéndice B, inciso B.2 de la norma.
- \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes
- \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ, calculados de acuerdo al apéndice "B"
- (a) Véase apéndice B inciso B.2 de la norma.
- (b) El número de fracciones depende del número de materiales que se quieren colocar entre la superficie exterior e interior

**3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)**  
 (Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.3.- Aislamiento térmico parcial ( $M_{parcial}$ )

	Fracción (F)	Material (***)	Grueso (m) g (****)	Conductividad Térmica (w/mK) h o $\lambda$ (*****)	(g/ $\lambda$ )
F1.-	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
		<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
		<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
				$\Sigma [g/\lambda_i]$	<input style="width: 50px;" type="text"/>

$$\sum \frac{F_i}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{  }$$

F2.-	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
		<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
		<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
				$\Sigma [g/\lambda_2]$	<input style="width: 50px;" type="text"/>

$$\sum \frac{F_2}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{  }$$

F3.-	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
		<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
		<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>	<input style="width: 80px;" type="text"/>	<input style="width: 50px;" type="text"/>
				$\Sigma [g/\lambda_m]$	<input style="width: 50px;" type="text"/>

$$\sum \frac{F_n}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{  }$$

$$\sum_{i=1, j=1}^{n, m} \frac{F_i}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)} = \text{  }$$

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{parcial} + (g / \lambda_1)} + \frac{F_2}{M_{parcial} + (g / \lambda_2)} + \dots + \frac{F_n}{M_{parcial} + (g / \lambda_m)}} \quad M = \text{  } \text{ m}^2 \text{ K / W}$$

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción (k)

[ Fórmula  $K = 1 / M$  ]  $K$    $W/m^2 K$

4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor

4.1.- Edificio de referencia

4.1.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

$$\phi_{rci} = \sum_{j=1}^n [K_j * A_{ij} * (t_{ei} - t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coficiente global de transferencia de calor (W/m2K) [K]	Área total del edificio proyectado (m <sup>2</sup> ) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (°C) [te]	Temperatura interior (°C) [ti]	Ganancias de calor por conducción $\phi_{rc}$ [k*A°F(te-t)]
Techo			1			
Tragaluz y domo			0			
Muro Norte			0,9			
Ventana Norte			0,1			
Muro Este			0,9			
Ventana Este			0,1			
Muro Sur			0,9			
Ventana Sur			0,1			
Muro Oeste			0,9			
Ventana Oeste			0,1			
				Subtotal		

Nota: Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente

4.1.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} * CS_j * FG_i * SE_{ij}]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coficiente de sombreado (CS)	Área total del edificio proyectado (m <sup>2</sup> ) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m <sup>2</sup> ) [FG]	Ganancia de calor por radiación $\phi_{rs}$ [CSxAxFxFG]
Tragaluz y domo			0		
Ventana Norte			0,1		
Ventana Este			0,1		
Ventana Sur			0,1		
Ventana Oeste			0,1		
				Subtotal	



4.- Cálculo comparativo de la ganancia de calor (continuación)

4.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} * CS_j * FG_i * SE_{ij}]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área (m <sup>2</sup> ) [A]	Ganancia de calor (W/m <sup>2</sup> ) [FG]	Factor de Sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia de calor por radiación $\phi_{ps}$ [CSxAxFGxSE]
					Número	Valor	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi} \quad \text{Total} \quad \text{[input box]}$$

\* Abreviar considerando tipo: 1 Techo, 2 Tragaluz, 3 Domo, 4 Muro y 5 Ventana, y como orientación: 1 techo, 2 norte, 3 este, 4 sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo 3.5 corresponde a una ventana en la orientación oeste

\*\* Especifique la característica del material. Por ejemplo: claro, entintado, etc.

\*\*\* Dato proporcionado por el fabricante

\*\*\*\* Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtiene del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1,0

**5.- Resumen del Cálculo**

## 5.1.- Presupuesto energético

	Ganancia de calor por conducción (W)	Ganancia de calor por radiación (W)	Ganancia total de calor $\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$ $\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	$(\phi_{cr})$ <input type="text"/>	$(\phi_{sr})$ <input type="text"/>	<input type="text"/>
Proyectado	$(\phi_{cp})$ <input type="text"/>	$(\phi_{sp})$ <input type="text"/>	<input type="text"/>

## 5.2.- Cumplimiento

Si  $(\phi_r) > (\phi_p)$   No  $(\phi_r) < (\phi_p)$

## APENDICE D

### Informativo

#### Valores de Conductividad y Aislamiento Térmico de Diversos Materiales

Material	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Conductividad térmica ( $\lambda$ ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m <sup>2</sup> K/W
<b>Material Resistente</b>			
<b>Tabique rojo cocido común</b>			
* al exterior	2 000	0,872	-----
* con recubrimiento impermeable por fuera	-----	0,768	-----
* al interior	-----	0,698	-----
<b>Tabique de barro extruido</b>			
* Sólido vidriado, para acabado exterior	2 050	1,282	-----
* Bloque hueco vertical (60 a 67% sólido)	2 050	0,998	-----
* Bloque hueco vertical, relleno con vermiculita	2 050	0,575	
<b>Tabique ligero con recubrimiento impermeable por fuera</b>			
* densidad	1 600	0,698	-----
* densidad	1 400	0,582	-----
* densidad	1 200	0,523	-----
* densidad	1 000	0,407	-----
Tabique ligero al exterior	1 600	0,814	-----
<b>Bloque de concreto celular curado c/autoclave</b>			
* densidad	450	0,120	-----
* densidad	600	0,210	-----
<b>Bloque de concreto celular curado c/autoclave</b>			
* densidad	500	0,190	-----
* densidad	600	0,210	-----
<b>Bloque de concreto</b>			
* 20 cm de espesor, 2 o 3 huecos	1 700	-----	0,180
* el mismo con perlita	1 700	-----	0,360
* el mismo con vermiculita	1 700	-----	0,300
<b>Concreto</b>			
* armado	2 300	1,740	-----
* simple al exterior	2 200	1,650	-----
* ligero al exterior	1 250	0,698	-----
* ligero al interior	1 250	0,582	-----
<b>Mortero</b>			
* cemento arena	2 000	-----	-----
* con vermiculita	500	-----	-----
* con arcilla expandida	750	-----	-----

<b>Material</b>	<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Conductividad térmica (λ) W/mK</b>	<b>Aislamiento térmico (M) m<sup>2</sup>K/W</b>
Asbesto cemento, placa	1 800	0,582	-----
<b>Asbesto cemento, placa</b>	1800	0,582	-----
<b>Asbesto cemento, placa</b>	1360	0,250	-----
<b>Bloque</b>			
* de tepetate o arenisca calcárea al exterior	-----	1,047	-----
* de tepetate o arenisca calcárea al interior	-----	0,930	-----
* de adobe al exterior	-----	0,930	-----
* de adobe al interior	-----	0,582	-----
<b>Piedra</b>			
* Caliza	2 180	1,400	-----
* Granito, basalto	2 600	1,500	-----
* Mármol	2 500	2,000	-----
* Pizarra	2 700	2,000	-----
* Arenisca	2 000	1,300	-----
<b>Madera</b>			
* Viruta aglutinada (Pamacón)	700	0,163	-----
* Blanda	610	0,130	-----
* dura	700	0,150	-----
<b>Vidrio</b>			
* Sencillo	2 200	0,930	-----
* Sencillo	2 700	1,160	-----
<b>Metales</b>			
* Aluminio	2 700	204,0	-----
* Cobre	8 900	372,2	-----
* Acero y hierro	7 800	52,3	-----
<b>MATERIAL DE RECUBRIMIENTO</b>			
<b>Tablero de triplay</b>	-----	0,115	
* Espesor 0,64 cm	-----	-----	0,055
* Espesor 0,96 cm	-----	-----	0,083
* Espesor 1,27 cm	-----	-----	0,110
* Espesor 1,60 cm	-----	-----	0,137
* Espesor 1,90 cm	-----	-----	0,165
<b>Tablero de yeso</b>	-----	-----	-----
* Espesor 0,96 cm	-----	-----	0,057
* Espesor 1,27 cm	-----	-----	0,083
* Espesor 1,69 cm	-----	-----	0,110

Material	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Conductividad térmica ( $\lambda$ ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m <sup>2</sup> K/W
<b>Aplanados</b>			
* Yeso	800	0,372	-----
* Mortero de cal al exterior	-----	0,872	-----
* Mortero de cal al interior	-----	0,698	-----
* Tezontle	-----	0,186	-----
* Arena seca, limpia	1 700	0,407	-----
<b>Placas</b>			-----
* Tierra, arena o grava expuesta a la lluvia	-----	2,362	-----
* Terrados secos en azoteas	-----	0,582	-----
<b>Azulejos y mosaicos</b>	-----	1,047	-----
<b>Ladrillo exterior</b>	-----	0,872	-----
<b>Ladrillo exterior con recubrimiento impermeabilizado por fuera</b>	-----	0,768	-----
<b>Madera (humedad 12%)</b>			
* Pino	663	0,162	-----
* Cedro	505	0,130	-----
* Roble	753	0,180	-----
* Fresno	674	0,164	-----

#### MATERIALES DE AISLAMIENTO TERMICO

Los valores utilizados para los materiales aislantes deben estar certificados de acuerdo con la NOM-018-ENER-1997, aislantes térmicos para edificaciones o la que la sustituya.

#### MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES

Material	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Conductividad térmica ( $\lambda$ ) W/mK	Aislamiento térmico (M) m <sup>2</sup> K/W
Membranas asfálticas	1 127	0,170	-----
Asfalto bituminoso	1 050	0,174	-----
Filtro de papel permeable	-----	-----	0,011