

ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

M. en C. Tanya Müller García, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México y Presidenta del Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 1° párrafo tercero, 4° párrafo quinto y 122 Apartado A, Bases III y V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1°, 12 fracción X y 118 fracción IV del Estatuto de Gobierno del Distrito Federal; 1°, 2°, 5°, 15 fracción IV, 16 fracción IV, y 26 fracciones I, III, IX, X y XIV de la Ley Orgánica de la Administración Pública de la Ciudad de México; 1° fracciones I, II, V y VIII, 2° fracciones I, IV, VII, VIII y IX, 6° fracción II, 9° fracciones I, IV, VII, XVII, XXVII y LIII, 13 fracciones I, II y IV, 18 fracciones I, II y III, 19 fracciones I y IV, 20 párrafo primero, 23 fracciones II, VIII y IX, 36 fracción I, 37, 38, 40 fracción VI, 86 fracción II, 86 Bis 6 fracción IV, 123, 126, 131 fracción II, 132 fracción I, y 133 fracción XII de la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal; 1°, 2°, 6° fracción II, 8° fracciones VII y VIII, 22 fracciones IV, inciso e) y V de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal; 7° fracción IV, numeral 2, y 55 fracción I del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal; y 1° del Reglamento de la Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal; el Acuerdo por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el día 23 de abril de 2002; y los Acuerdos por los que se reforma el diverso por el que se crea el Comité de Normalización Ambiental del Distrito Federal, publicados en la Gaceta Oficial del Distrito Federal los días 19 de agosto de 2005 y 4 de julio de 2007, derivados de las reformas al Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, los días 19 de enero y 28 de febrero de 2007, respectivamente, he tenido a bien emitir el siguiente:

AVISO POR EL CUAL SE DA A CONOCER LA NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-008-AMBT-2017, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN EL CALENTAMIENTO DE AGUA EN EDIFICACIONES, INSTALACIONES Y ESTABLECIMIENTOS.

Índice

1. Introducción.
2. Objeto y ámbito de aplicación.
3. Referencias.
4. Definiciones.
5. Especificaciones generales.
6. Especificaciones técnicas.
7. Observancia.
8. Bibliografía.

Anexo A. Cálculo del Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente. Tabla 4 “Lista de dotación mínima de agua potable y unidad de consumo por establecimiento”.

Anexo B. Documentación.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema climático mundial está experimentando una alteración de origen antropogénico asociada a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), causadas principalmente por la producción y utilización de energía, particularmente por la quema de combustibles fósiles.

Las ciudades son responsables de dicha alteración climática ya que consumen gran cantidad de energía, entre un 60% y 80% de la energía producida globalmente, aportando una cantidad similar de emisiones de bióxido de carbono (CO₂). En la Ciudad de México, de acuerdo a la Estrategia Local de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020, se emitieron 31 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el año 2012. Cabe mencionar que el 80% de estas emisiones corresponde al consumo de energía en forma de combustibles fósiles y electricidad.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático Global de las Naciones Unidas, de continuar el crecimiento en las emisiones y concentraciones atmosféricas de GEI, la temperatura de la atmósfera terrestre podría elevarse entre 1.4 y 5.8 grados centígrados durante este siglo. A causa de este aumento en la temperatura, el nivel medio del mar podría elevarse entre 9 y 88 centímetros, y se generarían cambios en los patrones climáticos con posibles efectos catastróficos en diversas zonas del planeta, la Ciudad de México no está exenta de ser afectada por estos cambios.

Paralelamente, la salud de los habitantes de la Ciudad está expuesta a diversos contaminantes atmosféricos. El uso de gas licuado de petróleo (LP), gas natural (GN) y diésel, que son combustibles fósiles comúnmente utilizados para el calentamiento de agua, van acompañados, además de la emisión de GEI, de la emisión de diversos contaminantes atmosféricos conocidos como Contaminantes Criterio, dentro de los cuales se enumeran: Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), bióxido de azufre, monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, ozono, partículas suspendidas y emisiones fugitivas, entre otros. Los Contaminantes Criterio tienen un efecto negativo en la salud de los habitantes, así como la calidad del aire de la Ciudad de México. De acuerdo al inventario de emisiones 2016, por el uso de Gas LP el sector vivienda de la Ciudad de México representó el 15% de las emisiones de COV y 7% de bióxido de carbono equivalente.

Expuesto lo anterior, es clave para la Ciudad de México, examinar cuidadosamente la factibilidad técnica y económica de reducción de emisiones de GEI y otros contaminantes, que a su vez contribuyan en el avance de sus propias prioridades de desarrollo. Es por estas razones de interés público que se actualiza la presente Norma Ambiental.

A la fecha, hay tecnologías sustentables disponibles en el mercado convencional que permiten calentar agua de forma efectiva por medio del aprovechamiento de energías renovables, tal es el caso de los calentadores solares de agua; sin embargo, el uso de los mismos no se ha difundido de manera suficiente por lo que es necesario establecer criterios para su uso obligatorio, requerimientos mínimos de calidad y especificaciones técnicas mínimas para su instalación y funcionamiento.

El Gobierno de la Ciudad de México tiene entre sus prioridades la protección de la salud de los habitantes de la Entidad y la preservación del medio ambiente, así como la promoción y desarrollo de las tecnologías sustentables; por lo anterior, la presente Norma contribuye a reducir la utilización de combustibles fósiles con lo que se mitigan las emisiones contaminantes a la atmósfera.

2. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Establecer los criterios para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua, así como los requerimientos mínimos de calidad, las especificaciones técnicas de instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas para el calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

La presente Norma Ambiental será obligatoria para las instalaciones y edificaciones que inicien actividades o que realicen remodelación total:

- a) Todas las albercas que consuman agua caliente;
- b) Todas las edificaciones habitacionales; y
- c) Todos los establecimientos, edificaciones públicas o privadas e instalaciones con más de 30 usuarios que consuman agua caliente.

3. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de la presente Norma Ambiental, se deben consultar los siguientes documentos:

- a) Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de julio de 1992.
- b) Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 29 de enero de 2004.
- c) Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 06 de octubre de 2004.

- d) Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 06 de octubre de 2004.
- e) Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 06 de octubre de 2004.
- f) Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas – Funcionamiento – Condiciones de Seguridad, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 2011.
- g) Acuerdo por el que se crea el Sistema de Administración Ambiental de la Administración Pública del Distrito Federal y se Expiden los Lineamientos aplicables a su operación, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 26 de julio de 2010.
- h) Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento, Artículo 3, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 2015.
- i) Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero, Artículo 6, numeral 2, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015.
- j) Lista de combustibles que se considerarán para identificar a los usuarios con un patrón de alto consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2016.
- k) Norma Mexicana NMX-ES-001-NORMEX-2005, Energía Solar-Rendimiento Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua-Métodos de Prueba y Etiquetado, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de agosto de 2005.
- l) Norma Mexicana NMX-ES-002-NORMEX-2007, Energía Solar-Definiciones y Terminología, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2007.
- m) Norma Mexicana NMX-ES-003-NORMEX-2008, Energía Solar-Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2008.
- n) Norma Mexicana NMX-ES-004-NORMEX-2010, Energía Solar-Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua-método de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de abril de 2010.

4. DEFINICIONES

Para los fines de la presente Norma Ambiental, además de las definiciones presentes en la Ley Ambiental de Protección de la Tierra en el Distrito Federal y demás ordenamientos ecológicos y urbanos aplicables se entenderá por:

Aislamiento térmico: Aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica cuyo empleo en los sistemas solares tiene por objeto reducir las pérdidas de calor.

Área de apertura: Máxima área proyectada a través de la cual la radiación solar no concentrada entra al colector solar plano.

Alberca/Piscina: Instalación que almacena una cantidad de agua y que se destina al baño, a la natación o a otros ejercicios y deportes acuáticos, entre ellos fosas de clavados, carriles de nado, espacios de waterpolo, chapoteaderos, entre otros.

Bomba de circulación: Equipo que produce el movimiento forzado de un fluido.

Calentador solar: Conjunto de dispositivos y componentes que integran un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, que convierte la radiación solar en calor útil para transferirlo a un fluido; y posteriormente, almacenarlo como energía interna.

Calor útil: Energía que de manera efectiva se aprovecha en un proceso para incrementar la temperatura de un fluido de trabajo, después de convertir la energía solar disponible en energía térmica.

Capacidad de calentamiento: Cantidad de calor útil que aporta el colector solar en un periodo de tiempo.

Circulación por termosifón o natural: Movimiento del fluido de trabajo, a través del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de energía solar, inducido por la convección libre generada por la diferencia de densidades de agua fría y agua caliente.

Circulación forzada: Movimiento del fluido de trabajo a través del sistema de aprovechamiento de energía solar, inducido por dispositivos externos o auxiliares.

Colector solar: Dispositivo que absorbe la energía solar incidente, convirtiéndola en energía térmica y transfiriéndola al fluido que está en contacto con él.

Combustibles fósiles: Los combustibles fósiles convencionales son: carbón, petróleo, petróleo diáfano, diésel, combustóleo, gasóleo, gas licuado de petróleo, butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno, gas natural, o cualesquiera de sus combinaciones.

Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente (CEA_{x%}): Cantidad de energía requerida durante 1 año para alcanzar la temperatura deseada para un uso específico del agua caliente, que será utilizada durante dicho plazo.

Dotación mínima de agua potable: Requerimiento de agua potable demandada por cada usuario: persona, trabajador, bañista, puesto, kilogramo de ropa seca, sitio, cama, empleado, trabajador, alumno, asistente, comida, huésped, interno, pasajero, metros cuadrados, según sea el tipo de establecimiento, mismo que se encuentra establecido en la Tabla A.4. del Anexo A de la presente Norma.

Edificación privada: Construcción financiada total o parcialmente por un particular, aislada o de conjunto, sobre un predio, destinada a alguno de los usos previstos en la presente Norma Ambiental.

Edificación pública: Construcción financiada total o parcialmente por una entidad pública, aislada o de conjunto, sobre un predio, destinada a alguno de los usos previstos en la presente Norma Ambiental.

Energía solar: Radiación electromagnética emitida por el Sol.

Energía solar disponible: Cantidad de radiación solar promedio diaria mensual estimada estadísticamente, en cierto lugar geográfico, a partir de mediciones históricas.

Establecimiento: Inmueble donde una persona física o moral desarrolla actividades relativas a la intermediación, compraventa, arrendamiento, distribución o fabricación de bienes o prestación de servicios públicos y/o privados.

Establecimiento privado: Unidad económica que en una sola ubicación física, asentada en un lugar de manera permanente y delimitada por construcciones o instalaciones fijas, combina acciones y recursos bajo la dirección de una sola entidad propietaria o controladora para realizar actividades de producción de bienes, compraventa de mercancías o prestación de servicios, con fines de lucro o no, en los que se utilice agua caliente para alguno de sus procesos y que éstos sean de propiedad privada.

Establecimiento público: Locales, sus instalaciones y anexos en los que se utilice agua caliente para alguno de sus procesos, que sean de propiedad pública.

Fluido: Agua o cualquier otra sustancia utilizada para el transporte de energía en un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Golpe de ariete: Fenómeno transitorio que se presenta en los conductos a presión ante un cierre abrupto de válvulas, presentándose aumentos y reducciones bruscas de presión en el fluido que pueden llevar a la falla del sistema.

Instalaciones: Áreas que integran un conjunto de aparatos, conductos, espacios de resguardo u otros elementos destinados a complementar las condiciones necesarias para el uso de agua caliente.

Instalaciones hidráulicas: Son el conjunto de redes y equipos fijos que permiten el suministro y operación de los servicios que ayudan a cumplir la función de suministro de agua caliente.

Manómetro: Dispositivo para medir la diferencia de presión entre un sistema y el medio ambiente.

Persona moral: Aquella asociación o corporación temporal o perpetua fundada con algún fin o motivo de utilidad pública o privada, o ambas conjuntamente, que en sus relaciones civiles o mercantiles representa una entidad jurídica.

Persona física: Aquella persona con capacidad jurídica para contratar los servicios y/o productos que ofrecen las instituciones financieras. Individuo que puede adquirir derechos y cumplir obligaciones.

Porcentaje de agua caliente utilizada con relación a la dotación mínima diaria de agua potable (PAC): Razón que se obtiene de dividir la cantidad de agua caliente requerida por tipo de establecimiento entre la dotación mínima de agua potable.

Presión máxima de operación: Aquella definida por el fabricante como la mayor presión de trabajo para la cual fue diseñado el colector solar y el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Remodelación total: Se refiere a cambios en la edificación que modifican el uso de la red hidráulica, que impactan en el uso de agua caliente con relación al diseño original y que requieren un estudio de impacto ambiental.

Rendimiento térmico: Relación del calor útil que entrega el colector solar respecto de la energía de radiación solar que incide sobre su área de apertura.

Sistema de alivio de presión: Dispositivo de acción pasiva o activa, que protege al sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de energía solar de incrementos de presión que pudiesen poner en riesgo su integridad física u operacional.

Sistema convencional de calentamiento de agua: Equipo que se utiliza para calentar agua, mediante la utilización de combustibles fósiles o electricidad.

Sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar: Ensamble completo de subsistemas y componentes necesarios –conector(es) solar(es), termotanque o sistema de acumulación de agua caliente, tuberías, accesorios, entre otros – para convertir la energía solar en energía térmica transfiriéndola al fluido que pasa por él; puede incluir una fuente de calor auxiliar.

Sistema de drenado: Tapón o válvula que se utiliza para permitir la salida de los sedimentos o partículas sólidas contenidas en el agua, de modo que se evita su acumulación.

Temperatura del agua de la red pública: Temperatura promedio anual a la que la red pública entrega el agua potable a los inmuebles ubicados en la Ciudad de México.

Termotanque o sistema de acumulación de agua caliente: Depósito en el que se almacena el fluido calentado mediante el aprovechamiento de la energía solar y que se utiliza para conservar su temperatura con las menores pérdidas térmicas posibles.

Usuarios: Todo individuo, servicios o actividades utilizados para el cálculo de “Lista de dotación mínima de agua potable y unidad de consumo por establecimiento” que estipula la Tabla A.4 en el Anexo A.

5. ESPECIFICACIONES GENERALES

5.1. Porcentajes de Consumo Energético Anual (CEA) a cumplir:

Tabla 1. – Porcentajes de CEA_{x%}.

Tipo de inmueble		Usuarios mínimos	Porcentaje del CEA _{x%}
Edificación habitacional privada	1 a 4 niveles a partir de nivel banqueta	No aplica	70%
	Mayores a 4 niveles a partir de nivel banqueta	No aplica	Reducción del 35% de GEI* o calentamiento solar de agua que cumpla con al menos el 70%
Edificación habitacional de interés social o financiada por gobierno	1 a 4 niveles a partir de nivel banqueta	No aplica	70%
	Mayor a 4 niveles a partir de nivel banqueta	No aplica	Reducción del 40% de GEI* o calentamiento solar de agua que cumpla con al menos el 70%
Establecimiento e instalación privada	Industria Comercio Servicios Oficinas	Mayor a 30 usuarios	35%
	Albercas y fosas de clavados	No aplica	35%
Establecimiento e instalación de la administración pública y ámbito legislativo	Industria Comercio Servicios Oficinas	Mayor a 30 usuarios	40%
	Albercas y fosas de clavados	No aplica	40%

*Con respecto al uso de calentadores individuales a base de gas.

5.2. Los CEA_{x%} requeridos en cada caso deberán calcularse como se describe en el numeral siguiente (5.2.1) y formarán parte de la memoria de cálculo requerida por esta Norma Ambiental.

5.2.1. Cálculo del Consumo Energético Anual (CEA_{x%}).

Fórmula 1

$$CEA_{(x\%)} = V \rho C_p \Delta T t X\%$$

En donde:

CEA_(x %): Consumo energético anual por utilización de agua caliente correspondiente al porcentaje de demanda requerido para cada tipo de edificación (kJ/año)(Valor solicitado por esta Norma Ambiental y a calcular.)

V: Volumen de agua que debe de calentarse. Corresponde al 30% de la dotación del agua usada litro por día (l/d) en establecimientos, instalaciones, edificaciones o viviendas. Dato específico de la Tabla A.4 del Anexo A. Para el caso de la(s) alberca(s), fosa(s) de clavados y carriles de nado, el volumen de agua que debe de

calentarse corresponderá al 100%.

- ρ :** Densidad del agua (kg/l). Valor constante. De acuerdo a la Tabla 2.
- Cp:** Calor específico o capacidad calorífica (kJ/kg °C). Es la energía que se necesita para elevar en 1°C, un kilogramo de agua. Valor constante. De acuerdo a la Tabla 2.
- ΔT :** Incremento promedio de la temperatura del agua considerando la variación promedio de temperatura nocturna del agua. Para fines de la presente Norma Ambiental se utilizarán los valores:
En albercas el $\Delta T = 2.5^\circ\text{C}$.
En cualquier otro uso de agua caliente la $\Delta T = (T_2 - T_1)$ en donde T_2 es la temperatura deseada de uso y T_1 es la temperatura de agua de reposición con valor constante de 15.5°C . De acuerdo a la Tabla 2.
- t:** Tiempo de operación del establecimiento por año (días/año). Dato específico de la instalación.
- X%:** Porcentaje de CEA requerido para viviendas, albercas, fosas de clavados y establecimientos industriales, comerciales, de oficinas, de servicios y de espectáculos. Dato obligatorio distinto por tipo de instalación. Definidos en Tabla 1.

5.2.2. Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero reducidas para edificaciones habitacionales mayores a 4 niveles que formarán parte de la memoria de cálculo requerida por esta Norma y que se describen a continuación:

Fórmula 2

$$\text{Emisión } GEI_{GN} = FE_{GN} ET_{GN}$$

Fórmula 3

$$((\text{Emisión } GEI_{GN} - \text{Emisión } GEI_{\geq 35\%}) / \text{Emisión } GEI_{GN}) 100 \geq 35\%$$

En donde:

FE_{GN} : Factor de emisión de gas natural (TonCO₂eq/m³).

ET_{GN} : Suma del consumo energético anual de todos los sistemas convencionales de calentamiento de agua individuales por vivienda a base de gas natural (m³/año).

Emisión $GEI_{\geq 35\%}$: Emisión de gases de efecto invernadero del sistema de calentamiento de agua que garantice al menos 35% de reducción de emisiones, comparado contra la instalación de sistemas convencionales individuales por vivienda de calentamiento de agua a base de gas natural (TonCO₂eq/año).

Para fines de esta Norma se utilizarán los valores constantes, obligatorios y de referencia sugeridos que se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2. – Valores constantes, obligatorios y de referencia.

VARIABLE	VALORES OBLIGATORIOS Y CONSTANTES	VALORES DE REFERENCIA SUGERIDOS
X%	70% para edificaciones habitacionales. 35% para albercas y fosas de clavados. 35% para establecimientos industriales, comerciales, de oficinas y de servicios. 40% para edificaciones, instalaciones y	

VARIABLE	VALORES OBLIGATORIOS Y CONSTANTES	VALORES DE REFERENCIA SUGERIDOS
	establecimientos de la Administración Pública y ámbito legislativo de la Ciudad de México.	
ρ	1 kg/l	
C_p	4.19 kJ/kg °C	
T1	15.5°C	
T2		55°C temperatura típica para edificaciones. En albercas el $\Delta T = 2.5^\circ\text{C}$ para albercas y fosas de clavados. 55°C temperatura típica para edificaciones comerciales y de servicios, la temperatura dependerá de los requerimientos de su actividad.

Los establecimientos comerciales y de servicios que combinen algunos o todos los usos de agua caliente (regaderas, lavamanos, albercas, fosas y de otras actividades que realicen para su funcionamiento) deberán calcular los consumos energéticos anuales requeridos por separado, utilizando la Fórmula 1 y aplicando para cada uso el porcentaje de la Tabla 2; lo anterior, para lograr el correcto dimensionamiento de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Los ejemplos del uso correcto de las Fórmulas se muestran en el Anexo A de la presente Norma Ambiental.

Para la aplicación de las Fórmulas 2 y 3, se utilizarán las metodologías, los valores constantes, obligatorios y de referencia, establecidos en el “Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero”, publicado en el Diario Oficial de la Federación o la actualización que lo sustituya.

El Poder Calorífico de los combustibles utilizados y, en su caso, el Factor de Emisión Eléctrico a utilizar en la determinación de emisiones de los sistemas de calentamiento de agua que garantice al menos 35% de reducción de emisiones, comparado contra la instalación de sistemas convencionales de calentamiento de agua individuales por vivienda a base de gas, serán los que se especifiquen en los documentos siguientes: la “Lista de Combustibles que se considerarán para identificar a los usuarios con un Patrón de Alto Consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo”, publicado en el Diario Oficial de la Federación y el “Aviso sobre el factor de emisión eléctrico”, que se reporta y actualiza por la Comisión Reguladora de Energía y se publica anualmente en el sitio web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), vigentes o, en su defecto, los instrumentos que los actualicen o sustituyan.

Para determinar la capacidad mínima de operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se utilizarán los siguientes valores de referencia:

Tabla 3. – Energía Solar Disponible Promedio Diaria Mensual Sobre un Plano Horizontal [MJ/m² día].

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
7.5	19.2	22.2	22.5	21.8	19.0	19.7	19.1	16.6	16.3	16.1	15.5

Fuente: Observatorio de Radiación Solar, Instituto de Geofísica, UNAM. Promedio 1984 – 2004.

6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Para fines del cumplimiento de la presente Norma Ambiental, los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberán reunir los requerimientos mínimos siguientes:

- Dimensionamiento para el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

La edificación que deba instalar estos sistemas de acuerdo con la presente Norma, deberá dimensionarlos tomando en cuenta el porcentaje del $CEA_x\%$ obtenido de acuerdo con el numeral 5.2.1.

Para el cálculo de emisiones de GEI, deberá considerarse el numeral 5.2.2. cuyos valores deben cumplirse con la tecnología para el aprovechamiento de la energía solar que elija y que deberá estar certificada bajo las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas vigentes o las que las sustituyan.

La certificación de la tecnología para el aprovechamiento de energía solar derivará, de forma enunciativa más no limitativa, de la NMX-ES-001-NORMEX-2005, la NMX-ES-004-NORMEX-2010, el Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica vigentes de acuerdo a la tecnología de que se trate, o en su defecto, otras Normas Mexicanas y a falta de éstas, deberá cumplir con la Norma Internacional que le sea aplicable.

También el personal instalador deberá acreditar que se encuentra calificado mediante un certificado que derivará, de forma enunciativa más no limitativa de: los estándares de competencia EC0325, para vivienda y sistemas termosifónicos en vivienda, y EC0473, instalación de sistemas calentadores de agua de circulación forzada con termostato, vigentes según corresponda y/o los que los sustituyan. Además, será obligatorio contar con la documentación establecida en el Anexo B de la presente Norma Ambiental.

b) La descripción de los colectores solares deberá portar la norma bajo la cual está certificado, e incluir una etiqueta o calcomanía colocada en algún lugar visible del producto, que incluya lo siguiente:

- 1) Modelo, marca;
- 2) Área de apertura;
- 3) Presión máxima de operación;
- 4) Flujo del fluido recomendado;
- 5) La temperatura típica de operación, el calor útil y la capacidad de calentamiento, para diferentes usos del colector solar;
- 6) La ecuación de eficiencia térmica; y
- 7) Datos de contacto del fabricante y del instalador: razón social, dirección, teléfono y dirección de correo electrónico.

c) En el caso de utilizar termostato, éste deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- 1) Cumplir con las características técnicas recomendadas por el fabricante del colector solar;
- 2) Contar con el aislamiento adecuado para su funcionamiento;
- 3) Contar con un sistema de alivio de presión;
- 4) En caso de ser un tanque ferroso contar con una protección de acción catódica;
- 5) Contar con una medición de temperatura y presión (exceptuando termosifónicos);
- 6) Contar con un sistema de purga o drenado; y
- 7) De acuerdo a la presión de trabajo cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011 vigente o la que la sustituya.

d) El sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberá instalarse conforme a la Norma Mexicana NMX-ES-003-NORMEX-2008 vigente o la que la sustituya, y adicionalmente, se deberá observar lo siguiente:

- 1) El sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberá de instalarse de manera ordenada, de forma que se permita la accesibilidad adecuada para realizar actividades de limpieza y mantenimiento;
- 2) Deberá contar con un diseño óptimo de los soportes de los colectores, así como el anclaje adecuado de sus partes. También se deberá considerar la fijación y conexión de tuberías, las cuales en su conjunto habrán de brindar una seguridad estructural a la instalación solar;

- 3) El diseño hidráulico, térmico, mecánico, así como de toda la instalación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberá cumplir con las condiciones establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo; Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal; Reglamento de la Ley del Sistema de Protección Civil del Distrito Federal, así como con el resto de la normatividad aplicable;
- 4) Los colectores solares y soportes deberán estar instalados de tal forma que, el escurrimiento de agua por su superficie no dañe las estructuras del edificio o cause erosión prematura en el techo;
- 5) Las cargas por viento o peso adicional de los colectores llenos de fluido no deberán exceder la capacidad de carga permitida especificada para el edificio, techo y/o cimientos. Además, los soportes no deben poner presión adicional a los colectores solares;
- 6) Los soportes estructurales deberán ser seleccionados e instalados de tal forma que la expansión térmica del colector y las tuberías no causen daños en el marco estructural del colector solar o del edificio; y
- 7) La evacuación de las válvulas de seguridad no deberá significar un riesgo para las personas, los equipos circundantes y las instalaciones hidráulicas.

e) Para la operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se deberá observar lo siguiente:

- 1) Cuando se requiera de circulación forzada, los sistemas de bombeo de agua deberán contar con un control automatizado;
- 2) El diseño del sistema e instalación resultante deberá garantizar la operación de manera segura y sin riesgo de los mecanismos automáticos. Ya sea por el modo de operación como un precalentamiento del agua que va a entrar en una caldera u otro sistema de calentamiento convencional, o bien permitir el paso del agua calentada directamente al uso, sin tener que pasar por los dispositivos de calentamiento de tipo convencional, cuando las condiciones de uso, insolación y clima así lo hagan más conveniente, de modo que se obtenga un mayor ahorro de energía;
- 3) Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberán contar con un diseño que resulte intrínsecamente protector o seguro, o bien, con dispositivos específicos que automáticamente lo protejan de riesgos como: golpe de ariete; congelamiento bajo ciertas condiciones climáticas; sobrepresión; sobre vacío; granizo; funcionamiento nocturno; estancamiento diurno del fluido calentado; funcionamiento sin radiación solar; efectos catódicos; contrapresiones generadas por bombas, alta presión generada por hidroneumáticos, operación en conjunto con calderas, y cualquier otro factor que afecte el funcionamiento y eficiencia de la instalación, o que pudiesen alterar su integridad física u operacional, así como la seguridad de los usuarios;
- 4) La persona física o moral que sea responsable de la instalación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberá de informar al contratante por escrito sobre el nivel de dureza que presenta el agua que calentará el sistema solar, de acuerdo con la Tabla B.1., a fin de que, en el caso que dicho nivel sea alto (de acuerdo a la garantía del responsable de la instalación, así como de los fabricantes del equipo), el contratante o dueño del sistema tenga pleno conocimiento de: los daños o repercusiones que podría sufrir el sistema por un alto nivel de dureza, el mantenimiento adecuado que requiere, las garantías con las que cuenta, así como las posibles soluciones que puedan aplicarse en cada caso;
- 5) En lo referente a los sistemas centralizados, los sistemas de termosifón se podrán utilizar siempre que el área total de colectores solares no exceda de 20 m², de lo contrario se deberán emplear sistemas de circulación forzada;
- 6) El sistema deberá ser diseñado de tal forma que permita aislar el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, del sistema convencional de calentamiento por medio de juego de válvulas, lo que permitirá dar mantenimiento a cualquiera de los dos sistemas sin interrupción del servicio; y
- 7) Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deben de ser capaces de resistir las siguientes condiciones:
 - Granizo;
 - Choque térmico;
 - Altos niveles de dureza del agua;
 - Presión negativa generada por el sistema hidráulico, en caso que aplique;
 - Presión generada por hidroneumáticos, bombas, tanques elevados; en caso que aplique;
 - Operación en conjunto con calderas, y cualquier otro dispositivo que afecte el funcionamiento, o que pudiesen alterar su integridad física u operacional, así como la seguridad de los usuarios; y

- Asegurar la calidad sanitaria del agua para uso humano, prevenir la formación de hongos y patógenos.

f) Para la garantía del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se deberá observar que:

- 1) Los colectores solares cuenten con una garantía de funcionamiento de por lo menos 10 años contra defectos de fabricación, instalación y deterioro por factores ambientales. Dicha garantía deberá describir como mínimo lo que establece la Norma Mexicana NMX-ES-003-NORMEX-2008 o la que la sustituya;
- 2) Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar cuenten con una garantía de funcionamiento de por lo menos 10 años contra defectos de diseño e instalación; y
- 3) Las bombas, controles y demás dispositivos eléctricos cuenten con una garantía de por lo menos 1 año.

g) Los propietarios de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, deberán asegurar la adecuada operación de los mismos y llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente en tiempo y forma, de acuerdo a la documentación que se especifica en los numerales B.1, B.2, B.3, B.4 y B.5 del Anexo B.

h) Los colectores solares deberán cumplir con la Norma Mexicana NMX-ES-001-NORMEX-2005 o la NMX-ES-004-NORMEX-2010 o las que las sustituyan, según aplique en su caso.

7. OBSERVANCIA

7.1. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Ambiental corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, en el ámbito de su competencia.

7.2. La Secretaría podrá realizar la verificación de los requerimientos indicados en esta Norma Ambiental para los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, en forma periódica o cuando lo considere conveniente.

7.3. Los establecimientos realizarán la autoverificación de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar mediante auditorías ambientales voluntarias o a solicitud de la autoridad, debiendo ejecutar en el corto plazo, las medidas, recomendaciones u observaciones que se deriven de la aplicación de las mismas, debiendo remitir a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México, a través de la Dirección General de Regulación Ambiental o la Dirección General de Vigilancia Ambiental, en el ámbito de sus competencias, los resultados de dichas auditorías, así como los documentos que demuestren la implantación de las medidas, recomendaciones u observaciones en ellas establecidas.

7.4. Los establecimientos deberán conservar durante al menos 5 años en físico y 10 años de manera digital, copia de todos los documentos: manuales; descripción del proyecto básico; memoria de cálculo y diseño; y demás especificaciones técnicas, del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, los cuales deberán estar disponibles en todo momento para la verificación de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México.

8. BIBLIOGRAFÍA

Australian Standard (1994). "Solar Water Heaters-Domestic and Heat Pump-Domestic and Heat Pump-Calculation of Energy Consumption", AS4234, Australia.

ENRÍQUEZ, G. (2000). "El ABC de las Instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias", México: Editorial Limusa.

Estándar de Competencia: EC0325, Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable, Conocer, 24 de Mayo de 2013, México.

Estándar de Competencia: EC0473, Instalación del sistema de calentamiento solar de agua de circulación forzada con termostato, Conocer, 28 de Agosto de 2014, México.

FERNÁNDEZ, J.M. y GALLARDO, V. (2004), “Energía Solar Térmica en la Edificación. (1era Edición), España: Ed. Madrid Vicente.

GALINDO, I y CIFUENTES, G. (1996), “Irradiación Solar Global en la República Mexicana: Valores Horarios Medios”. México: Instituto de Geofísica, UNAM, PUE, UNAM.

IBÁÑEZ M., ROSELL POLO J. R. y ROSSEL J. I., (2005), “Tecnología Solar” Colección energías Renovables. España: Ediciones Mundi Prensa.

IMSS (1997). “Normas de Instalaciones Sanitarias Hidráulicas y Especiales ND-01-IMSS-HSE-1997”, México.

ISO 9459-1 (1992). Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. Performance Rating Procedure Using Indoor Test Methods, International Standards Organization, Geneva.

ISO 9459-2 (1994). Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. Performance Test for Solar Only Systems, International Standards Organization, Suiza.

ISO 9459-3 (1995). Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. Performance Test for Solar plus Supplementary Systems, International Standards Organization, Suiza.

ISO 9459-4 (2003). Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. System Performance Characterization by Means of Component Tests and Computer Simulation. International Standards Organization, Suiza.

ISO 9459-5 (1998). Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. System Performance Characterization by means of Whole System Tests and Computer Simulation. International Standards Organization, Suiza.

ISO/TR 12596-5 (1995). Solar Heating Swimming-Pool Heating Systems-Dimensions, Design and Installation Guidelines, International Standards Organization, Suiza.

LEYVA, A., et al. (1990). Boletín de datos de radiación solar, terrestre y parámetros meteorológicos, 1988. México: Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie Datos, Instrumentación y Desarrollo No. 37.

MANRIQUE J. A. (1984) “Energía Solar, Fundamentos y Aplicaciones Fototérmicas”, México: Editorial Harla.

MUHLIA, A., et al. (1986). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos 1984. México: Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica Serie de Datos, Instrumentación y Desarrollo, No.1.

MUHLIA, A., et al. (1986). Boletín de Datos de Radiación de Geofísica, Serie de Datos, Investigación y Desarrollo No. 5. México.

MUHLIA, A., et al. (1987). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos 1986. México: Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie de Datos, Instrumentación y Desarrollo No. 2. México.

MUHLIA, A., et al. (1987). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos 1984. México: Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie de Datos Instrumentación y Desarrollo No. 1 (versión revisada).

MUHLIA, A., et al. (1988). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos de 1987. México: Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie Datos, Instrumentación y Desarrollo No. 6.

MUHLIA, A. et al. (1992). Boletín de datos de radiación solar y parámetros meteorológicos, Cd. Universitaria, D.F. 1989, 1990 y 1991. México: Observatorio de Radiación Solar, Instituto de Geofísica, UNAM.

MUHLIA A., et al. Boletín anual de datos del Observatorio de Radiación Solar de Cd. Universitaria, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999, México.

MUHLIA A., et al. (2000). Boletín anual de datos de Radiación Solar. México: Instituto de Geofísica, Observatorio de Radiación Solar, Reportes Internos 99-2, Serie A.

MUHLIA A., et al. (2000). Boletín anual de datos de Meteorología (1998) y (1999). México: Instituto de Geofísica, Observatorio de Radiación Solar, Reportes Internos 99-2, Serie A, 1999 y 99-2, Serie A, 2000, México.

MUHLIA, A, GALINDO L. E., JIMÉNEZ E. (2003). Boletín de Datos de Radiación Solar, 2001 y 2002. México: Instituto de Geofísica, UNAM. Reportes Internos, 2003-7 y 2003-8.

MUHLIA, A., GALINDO L. E., JIMÉNEZ E. (2003) Boletín de Meteorología, 2000, 2001 y 2002. México: Instituto de Geofísica, UNAM. Reportes Internos, 2003-2, 2003-3 y 2003-4.

Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). (2001) “Cambio Climático 2001, tercer informe de evaluación, la base científica”, México.

PILATOWSKY, I y MARTÍNEZ R. (2013) “Sistemas de calentamiento solar: una guía para el consumidor”. 3ra. ed, Trillas, México.

Quality Assurance in Solar Heating and Cooling Technology (2012). “Methods on Testing and Rating Procedures for Solar Thermal and Heating Pump Systems and Components”: Methods of Testing to Determine the Thermal performance of SDHW Systems, ASHRAE Standard 95-1981(RA87), Atlanta, USA, p. 31.

SEDEMA (2016) Inventario de Emisiones de la CDMX 2014. Contaminantes criterio, tóxicos y efecto invernadero, Ciudad de México, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México.

Solar, Rating and Certification Corporation (SRCC), (1994). Directory of SRCC Certified Solar Collector and Water Heating Systems Ratings. Washington DC, USA: Solar Rating and Certification Corporation.

ANEXO A DESCRIPCIÓN DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR UTILIZACIÓN DE AGUA CALIENTE

Ejemplo 1.

Cálculo del Consumo Energético Anual ($CEA_{x\%}$) en albercas y/o fosas de clavados.

Un centro deportivo cuenta con una alberca con capacidad total de 96,000 litros de agua (V), que opera 330 días al año (t); el valor del $CEA_{x\%}$ se determina mediante la Fórmula 1:

$$CEA_{(x\%)} = V * \rho * C_p * \Delta T * t * (x\%)$$

$$CEA_{(35\%)} = 96,000 \frac{l}{día} * 1 \frac{kg}{l} * 4.19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * 2.5^{\circ}C * 330 \frac{días}{año} * (0.35) = 116,146,800 \frac{kJ}{año}$$

Por lo tanto, el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho centro deportivo deberá proveer por lo menos 116 146 800 kJ/año.

Ejemplo 2.

Cálculo del $CEA_{x\%}$ en edificios, establecimientos e instalaciones con más de 30 usuarios.

En un hotel con capacidad total para 100 huéspedes, con una ocupación promedio anual de 70 huéspedes diarios (P) y cuya operación es continua durante los 365 días al año (t), el valor del $CEA_{x\%}$ se determina mediante la Fórmula 1:

Primero, se obtiene el volumen de agua que debe ser calentado:

$$V = P * DA * PAC$$

$$V = 70 \text{ huéspedes} * 300 \frac{l}{\text{día} * \text{huesped}} * 0.3 = 6,300 \text{ l/día}$$

En donde:

V= Volumen de agua (l/día).

P= Número de usuarios promedio.

DA= Dotación mínima de agua potable (ver Tabla A.4. – Lista de dotación mínima de agua potable y unidad de consumo por establecimiento).

PAC= Porcentaje de agua caliente utilizada con relación a la dotación mínima diaria de agua potable (30%).

Posteriormente, se calcula el ΔT :

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 55^\circ\text{C} - 15.5^\circ\text{C} = 39.5^\circ\text{C}$$

Cálculo del $CEA_{x\%}$:

$$CEA_{(x\%)} = V * \rho * C_p * \Delta T * t * (x\%)$$

$$CEA_{(35\%)} = 6,300 \frac{l}{\text{día}} * 1 \frac{Kg}{l} * 4.19 \frac{kJ}{kg^\circ\text{C}} * 39.5^\circ\text{C} * 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} * (0.35) = 133,202,561 \frac{kJ}{\text{año}}$$

Por lo tanto, el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho hotel deberá proveer por lo menos 133 202 561 kJ/año.

Ejemplo 3.

Cálculo del $CEA_{x\%}$ en edificaciones habitacionales de hasta 4 niveles a nivel banqueta.

Para calcular el $CEA_{x\%}$ en edificaciones habitacionales de hasta 4 niveles a nivel banqueta, se consideran los siguientes supuestos:

Se cuenta con 792 regaderas y se consideran 4 usuarios por regadera. Hay un caudal de 10 l/min y un tiempo de ducha de 15 min. Por lo que, el caudal que debe calentarse es de 30%. Considerando que la temperatura de entrada (T_1) es una constante de 15.5°C y la temperatura de salida (T_2) es de 55°C, de acuerdo a la Tabla 2.

Primero, se obtiene el volumen de agua que debe ser calentado:

$$V = P * DA * PAC$$

$$V = 792 \text{ regaderas} * 10 \frac{l}{\text{min}} * 15 \frac{\text{min}}{\text{usuario}} * 4 \frac{\text{usuarios}}{\text{regadera}} * (0.3) = 142,560 \frac{l}{\text{día}}$$

En donde:

V= Volumen de agua caliente (l/día).

P= Número de usuarios promedio.

DA= Dotación mínima de agua potable (ver Tabla A.4. – Lista de dotación mínima de agua potable y unidad de consumo por establecimiento).

PAC= Porcentaje de agua caliente utilizada con relación a la dotación mínima diaria de agua potable (30%).

Posteriormente, se calcula el ΔT :

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 55^\circ\text{C} - 15.5^\circ\text{C} = 39.5^\circ\text{C}$$

Finalmente, el cálculo del $CEA_{x\%}$:

$$CEA_{(x\%)} = V * \rho * C_p * \Delta T * t * (x\%)$$

$$CEA_{(100\%)} = 142,560 \frac{l}{día} * 1 \frac{Kg}{l} * 4.19 \frac{kJ}{kg^\circ C} * 39.5^\circ C * 365 \frac{días}{año} * (0.7) = 6,028,367,360 \frac{kJ}{año}$$

Por lo tanto, el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho conjunto habitacional deberá garantizar proveer por lo menos 6 028 367 360 kJ/año.

Ejemplo 4.

Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para las edificaciones habitacionales unifamiliar y plurifamiliar, con más de 4 niveles, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) deberán calcularse como se describe a continuación y formarán parte de la memoria de cálculo requerida por esta Norma:

$$GEI_{GN} = FE_{GN} * ET_{GN}$$

Donde debe guardarse la siguiente relación:

$$\frac{GEI_{GN} - GEI_{NS}}{GEI_{GN}} * 100 \geq 35\%$$

En donde:

GEI_{GN}: Emisión de gases de efecto invernadero por consumo de gas natural en casa habitación (TonCO₂eq).

FE_{GN}: Factor de Emisión del gas natural (TonCO₂eq/m³).

ET_{GN}: Suma del consumo energético anual de todos los sistemas convencionales de calentamiento de agua individuales por vivienda a base de gas natural (m³/año).

GEI_{NS}: Emisión gases de efecto invernadero del Nuevo Sistema de calentamiento de agua que garantice al menos 35%

de reducción de emisiones, comparado contra la instalación de sistemas convencionales individuales por vivienda de calentamiento de agua a base de gas natural (TonCO₂eq/año).

El FE_{GN} utilizado para esta Norma Ambiental se calcula de acuerdo a los pasos descritos a continuación:

1. Se obtiene el poder calorífico del gas natural para consumidores finales, Gas Seco, de acuerdo a la “Lista de Combustibles que se considerarán para identificar a los usuarios con un Patrón de Alto Consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo” vigente, publicado en el Diario Oficial de la Federación, o de los instrumentos que la sustituyan o actualicen, siendo actualmente:

$$\text{Poder Calorífico del Gas Natural Seco} = 38,268 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^3}$$

2. Posteriormente, se obtendrán los Factores de Emisión del Gas encontrados en el: “Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero”, con base en el Artículo 6, numeral 2, publicado en el Diario Oficial de la Federación, o de los instrumentos que lo sustituyan o actualicen, vigente o el que lo sustituya.

3. Para este cálculo se requieren los factores de los siguientes GEI:

- Bióxido de carbono, CO₂.
- Metano, CH₄.
- Óxido nitroso, N₂O.

Tabla A.1. – Factores de emisión del gas por contenido energético.

Combustible	Factor de emisión		
	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (kg/MJ)	N ₂ O (kg/MJ)
Gas seco (gas natural)	5.61x10 ⁻⁰⁵	1.00 x10 ⁻⁰⁶	1.00 x10 ⁻⁰⁷

Nota: Se toma como referencia el “Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero”, con base en el Artículo 6, numeral 2, publicado en el Diario Oficial de la Federación y sus actualizaciones futuras.

4. Después se debe calcular la emisión de cada uno de los gases de la siguiente manera:

$$\text{Emisión} = \text{Poder calorífico} * \text{Factor de emisión por GEI}$$

Tabla A.2. – Factores de emisión por consumo de combustible y poder calorífico del gas seco.

Compuesto GEI	Factor de emisión por compuesto GEI	Emisión por GEI	
		kg/m ³	ton/m ³
CO ₂	5.61 x 10 ⁻⁰⁵ (t/MJ)		0.002147
CH ₄	1.00 x 10 ⁻⁰⁶ (kg/MJ)	0.000038	0.000000038
N ₂ O	1.00 x 10 ⁻⁰⁷ (kg/MJ)	0.0000038	0.0000000038

Poder calorífico del gas seco: 38.268 MJ/m³

Nota: Se toma como referencia la “Lista de Combustibles que se considerarán para identificar a los usuarios con un Patrón de Alto Consumo, así como los factores para determinar las equivalencias en términos de barriles equivalentes de petróleo”, publicado en el Diario Oficial de la Federación y sus actualizaciones futuras.

5. Una vez obtenida el factor de emisión en el Sistema Internacional de Unidades (SIU) y considerando el potencial de calentamiento, se debe calcular el factor de emisión para determinar el bióxido de carbono equivalente, las equivalencias serán tomadas del “Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento”, artículo 3, publicado en el Diario Oficial de la Federación, o de los instrumentos que lo sustituyan o actualicen, en donde se establece:

Tabla A.3. – Gases o compuestos de efecto invernadero.

GEI	Potencial de calentamiento	Emisión (TonGEI/m ³)	Emisión (TonCO ₂ eq/m ³)
Bióxido de carbono, CO ₂	1	0.002147	0.002147
Metano, CH ₄	28	0.000000038	0.000001
Óxido nitroso, N ₂ O	265	0.0000000038	0.000001
Total de emisión			0.002149

Nota: Se toma como referencia el “Acuerdo que establece los gases o compuestos de efecto invernadero que se agrupan para efectos de reporte de emisiones, así como sus potenciales de calentamiento”, artículo 3, publicado en el Diario Oficial de la Federación y sus actualizaciones futuras.

Por lo que:

$$FE_{GN} = 0.002132 \frac{\text{TonCO}_{2\text{eqGN}}}{\text{m}^3}$$

Ejemplo 5.

Cálculo del CEA_{x%} en edificaciones habitacionales de más de 4 niveles a nivel banqueta.

Para calcular el CEA_{x%} en edificaciones habitacionales de más de 4 niveles a nivel banqueta, se consideran los siguientes supuestos:

Se cuenta con 792 regaderas y se consideran 4 usuarios por regadera. Hay un caudal de 10 l/min con un tiempo de ducha 15 min. Por lo que, el caudal que debe calentarse es de 30%. Considerando que la temperatura de entrada (T₁) es una constante de 15.5°C y que la temperatura de salida (T₂) es de 55°C, de acuerdo a la Tabla 2.

$$V = P * DA * PAC$$

$$V = 792 \text{ regaderas} * 10 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 15 \frac{\text{min}}{\text{usuario}} * 4 \frac{\text{usuarios}}{\text{regadera}} * (0.3) = 142,560 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

Posteriormente, se calcula el ΔT:

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 55^\circ\text{C} - 15.5^\circ\text{C} = 39.5^\circ\text{C}$$

Después se lleva a cabo el Cálculo del CEA_{x%}:

$$CEA_{(x\%)} = V * \rho * C_p * \Delta T * t * (x\%)$$

$$CEA_{(100\%)} = 142,560 \frac{l}{día} * 1 \frac{Kg}{l} * 4.19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * 39.5^{\circ}C * 365 \frac{días}{año} * (0.35) = 3,014,183,680 \frac{kJ}{año}$$

Por lo tanto, el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho conjunto habitacional deberá proveer por lo menos 3 014 183 680 kJ/año.

De no optar por un sistema de calentamiento solar, la opción deberá de proveer al menos 65% del CEA para cubrir el 35% de reducción de GEI, lo cual quedará expresado de la manera siguiente:

$$CEA_{NS} = 142,560 \frac{l}{día} * 1 \frac{Kg}{l} * 4.19 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * 39.5^{\circ}C * 365 \frac{días}{año} * (0.65) = 5,597,769,692 \frac{kJ}{año}$$

Si se toma como base el ejercicio para conjuntos habitacionales de 4 niveles o menos, asumiendo que el cálculo corresponde a la demanda con calentadores individuales, siendo el CEA 6 028 367 360 kJ/año.

$$ET_{GN} = \frac{CEA \left(\frac{MJ}{año} \right)}{Poder\ Calorífico \left(\frac{MJ}{m^3} \right)}$$

$$ET_{GN} = \frac{6,028,367.36 \frac{MJ}{año}}{38.268 \frac{MJ}{m^3}} = 157,530.24 \frac{m^3\ gas\ natural}{año}$$

La expresión para el cálculo de las emisiones totales del sistema es:

$$GEI_{GN} = 0.002149 \frac{TonCO_2eq}{m^3} * 157,530.24 \frac{m^3}{año} = 338.53 \frac{TonCO_2eq}{año}$$

Por lo que GEI_{NS} se define de la siguiente manera:

$$GEI_{NS} = GEI_{GN} * (35\%) = \frac{338.5\ TonCO_2eq}{año} * 0.65 = \frac{220.025\ TonCO_2eq}{año}$$

Por lo tanto:

$$\frac{344.7\ TonCO_2eq - 224.05\ TonCO_2eq}{344.7\ TonCO_2eq} * 100 = 35\%$$

Lo cual cumple con la condición de:

$$\frac{GEI_{GN} - GEI_{NS}}{GEI_{GN}} * 100 \geq 35\%$$

Ejemplo 6.**Cálculo del CEA_{x%} en servicios de lavandería y tintorería.**

En una lavandería cuya operación es de 100 kg de ropa al día, de los cuales 20 kg/día (RAC) requieren para su lavado agua caliente, si dicha lavandería opera 312 días (t) al año (lunes a sábado); el valor del CEA_{x%} se determina mediante la Fórmula 1:

En donde, para calcular el volumen debe aplicarse la siguiente fórmula:

$$V = RAC * DA$$

Por lo que, para este ejercicio se calcularía con la siguiente expresión:

$$V = 20 \frac{kg}{día} * 40 \frac{l}{kg} = 800 \frac{l}{día}$$

Posteriormente, se calcula el ΔT :

$$\begin{aligned} \Delta T &= T_2 - T_1 \\ \Delta T &= 50^\circ C - 15.5^\circ C = 34.5^\circ C \end{aligned}$$

Por lo que, el CEA_{x%} es determinado por la siguiente ecuación:

$$CEA_{(x\%)} = V * \rho * C_p * \Delta T * t * (x\%)$$

$$CEA_{(35\%)} = 800 \frac{l}{día} * 1 \frac{Kg}{l} * 4.19 \frac{kJ}{kg^\circ C} * 34.5^\circ C * 312 \frac{días}{año} * (0.35) = 12,628,324 \frac{kJ}{año}$$

Por lo que, el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho conjunto habitacional deberá proveer por lo menos 12 628 324 kJ/año.

Tabla A.4. – Lista de dotación mínima de agua potable y unidad de consumo por establecimiento.

TIPO DE EDIFICACIÓN	DOTACIÓN MÍNIMA (En litros)
HABITACIONAL	
Vivienda	150 l/hab./día
COMERCIAL	
Abasto y almacenamiento	
Mercados públicos	100 l/puesto/día
Locales comerciales en general	6 l/m ² /día

Baños públicos	300 l/bañista/día
Servicios sanitarios públicos	300 l /mueble/día
Lavanderías	40 l /kg ropa seca
Agencias y talleres	100 l /trabajador/día
SERVICIOS	
Administración	
Oficinas de cualquier tipo	50 l /persona/día
Otros servicios	100 l /trabajador/día
Hospitales y centros de salud	
Atención médica a usuarios externos	12 l /sitio/paciente
Servicios de salud a usuarios internos	800 l /cama/día
Asistencia social	
Asilos y orfanatos	300 l /huésped/día
Asistencia animal	
Dotación para animales en su caso	25 l /animal/día
Educación e instituciones científicas	
Educación preescolar	20 l /alumno/turno
Educación básica y media básica	25 l /alumno/turno
Educación media superior y superior	25 l /alumno/turno
Institutos de investigación	50 l /persona/día
Exhibición e información	
Museos y centros de información	10 l /asistente/día
Instituciones religiosas	
Lugares de culto templos, iglesias y sinagogas	10 l /concurrente/día
Alimentos y bebidas	
Cafés, restaurantes, bares, etc.	12 l /comensal/día
Entretenimiento	
Espectáculos y reuniones	10 l /asistente/día
Recreación Social	
Centros comunitarios, sociales, culturales, salones de fiestas, etc.	25 l /asistente/día
Deportes y Recreación	
Prácticas deportivas con sanitarios con regadera y vestidos	150 l /asistente/día
Espectáculos deportivos	10 l /asiento/día
Alojamiento	
Hoteles, moteles, albergues y casas de huéspedes	300 l /huésped/día
Campamentos para remolques	200 l /persona/día
Policía y bomberos	
Policía y bomberos	200 l /persona/día
Reclusorios	
Centros de readaptación social, de integración familiar y reformatorios	200 l /interno/día
Funerarios	
Agencias funerarias	10 l /sitio/visitante
Cementerios, crematorios y mausoleos	100 l /trabajador/día
visitantes a cementerios, crematorios y mausoleos	3 l /visitante/día
Transportes y comunicaciones	
Estacionamientos	8 l /cajón/día
Sitios, paraderos y estaciones de transferencia	100 l /trabajador/día
Estaciones de transporte, terminales de autobuses foráneos	10 l /pasajero/día
Estaciones del sistema de transporte colectivo	2 l /m ² /día
INDUSTRIA	
Todo tipo de Industria	100 l /trabajador/día
INFRAESTRUCTURA	

Equipamiento e infraestructura	
Aplica las necesidades de uso y funcionamiento y además los factores de cálculo de los locales correspondientes.	100 l/trabajador/día
ESPACIOS ABIERTOS	
Jardines y parques	100 l/trabajador/día 5 l/m ² /día

ANEXO B DOCUMENTACIÓN

Para los fines del cumplimiento de la presente Norma Ambiental, el propietario de la instalación solar deberá contar con la documentación siguiente que entregue el instalador:

B.1. Documentación requerida para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de energía solar o calentador solar (SCAAES):

- a) El dimensionamiento del SCAAES que se elija instalar o que el instalador recomiende para satisfacer el CEA_{x%} requerido y la certificación con la que cuente; y
- b) La descripción de los requerimientos de instalación que establece la NMX-ES-003-NORMEX-2008 o la que la sustituya y los sistemas de protección con los que debe contar el SCAAES requeridos en la Sección “d” del Apartado 6.

B.2. Un manual en español en el que se especifique operación y mantenimiento:

- a) Las instrucciones necesarias para la adecuada operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar;
- b) La periodicidad y las recomendaciones técnicas para llevar a cabo correctamente la limpieza y el mantenimiento del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar; y
- c) Los manuales de instalación, operación y mantenimiento conforme lo establece la NMX-ES-003-NORMEX-2008 o la que la sustituya.

En adición, los requerimientos mínimos del manual son:

- a) Generalidades;
- b) Descripción de la puesta en marcha y de la operación del calentador solar de agua;
- c) Recomendaciones para evitar el choque térmico en el calentador solar de agua;
- d) Advertencia sobre las posibles quemaduras producidas por las altas temperaturas del agua y recomendaciones para evitarlas;
- e) Descripción de las configuraciones de las válvulas by-pass (tres opciones diferentes);
- f) Recomendaciones para el caso de descompostura o falla del calentador solar de agua;
- g) Lista de problemas comunes de operación con procedimiento de chequeo y soluciones;
- h) Lista de centros de atención al usuario (incluir teléfonos y domicilios de atención local);
- i) Recomendaciones para la limpieza del calentador solar de agua; y
- j) Frecuencia de servicios preventivos.

B.3. Un documento con la descripción del proyecto básico de la instalación; con la memoria de cálculo y diseño, y demás especificaciones del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, que justifiquen el cumplimiento de la presente Norma y en donde además se detalle:

- a) Las características técnicas del colector o los colectores utilizados;
- b) La inclinación y orientación del colector o los colectores solares;
- c) El esquema de conexión hidráulica y eléctrica, si aplica;
- d) El volumen y características técnicas del termotanque o sistema de acumulación de agua caliente, de contar con alguno de estos;

- e) El diagrama hidráulico de la instalación, que incluya los materiales utilizados en el sistema;
- f) La memoria de cálculo del diseño hidráulico y térmico del sistema, que incluya la temperatura máxima esperada en el sistema;
- g) El diagrama unifilar de la instalación hidráulica en donde se deberán especificar longitudes, diámetros, presiones y accesorios;
- h) La memoria de diseño del sistema automático para el control del sistema, del cual se deberán incluir, en su caso; los diagramas eléctricos;
- i) Las medidas tomadas para la protección del sistema ante: golpe de ariete, congelamiento bajo ciertas condiciones climáticas, sobrepresión, sobre vacío, granizo, funcionamiento nocturno, estancamiento diurno del fluido calentado, funcionamiento sin radiación solar, efectos catódicos, contrapresiones generadas por bombas, hidroneumáticos, calderas, entre otros; y cualquier otro factor que afecte el funcionamiento y eficiencia del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, o que pudiesen comprometer su integridad física u operacional, así como la seguridad de los usuarios; y
- j) Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar calculados de acuerdo con parámetros diferentes, deberán quedar plenamente justificados en la documentación.

B.4. Un documento con la descripción del nivel de dureza que presente el agua que calentará el sistema solar. Deberá de contar con una propuesta de solución, en caso de que sea necesario. Como mínimo se deberá de considerar lo expuesto en la Tabla B.1.

Tabla B.1. – Registro de dureza de agua.

SITIO DE MEDICIÓN	DUREZA mg/L ppm	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS) ppm
En la toma domiciliaria		
En la tubería de agua caliente		
Parámetro dentro de los límites permisible de los equipos	Si () No ()	

B.5. Un documento demostrando la(s) certificación(es) de competencia laboral correspondientes al personal instalador del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Publíquese el presente Aviso en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

SEGUNDO.- El presente Aviso entrará en vigor a los 90 días naturales siguientes a su publicación en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

TERCERO.- A la entrada en vigor de la presente Norma, se deja sin efectos la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-008-AMBT-2005 que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 7 de abril de 2006, y todas aquellas disposiciones que contravengan la presente Norma.

Dado en la Ciudad de México, a los doce días del mes de noviembre del año dos mil dieciocho.

(Firma)

M. EN C. TANYA MÜLLER GARCÍA
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y PRESIDENTA DEL
COMITÉ DE NORMALIZACIÓN AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL