

## SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

### **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**

**Claudia Sheinbaum Pardo**, Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, con fundamento en los artículos 1º, 2º, 15 fracción IV, 16 fracciones II y IV, 26 fracciones, III, IX y X de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; 6 fracción II, 9 fracciones IV, VII, XLII y XLVI, 36 fracción I, 37, 38, 40 y 41 de la Ley Ambiental del Distrito Federal, tiene a bien expedir la siguiente:

### **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**

#### **Índice**

1. Introducción
  2. Objeto y ámbito de aplicación
  3. Referencias
  4. Definiciones
  5. Especificaciones generales
  6. Especificaciones técnicas
  7. Gradualidad de aplicación
  8. Observancia
  9. Vigencia
  10. Bibliografía
- Anexo I. Cálculo del Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente  
Anexo II. Documentación

#### **1. Introducción**

El sistema climático mundial está experimentando una alteración de origen antropogénico asociada a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), producidas principalmente por la producción y utilización de la energía, particularmente por la quema de combustibles fósiles.

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. Como 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, el Distrito Federal no está exento de ser afectado por estos cambios.

Bajo estas circunstancias, es clave para el Distrito Federal, examinar cuidadosamente la factibilidad técnica y económica de sus posibilidades de reducción de emisiones de GEI, que simultáneamente contribuyan en el avance de sus propias prioridades de desarrollo, es por estas razones que se elabora esta norma.

Paralelamente, los habitantes de la Ciudad están expuestos a diversos contaminantes atmosféricos, entre ellos bióxido de azufre, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, ozono y partículas suspendidas. Parte de estos contaminantes, al igual que los GEI, son generados por establecimientos que requieren agua caliente para realizar sus actividades, que actualmente siguen utilizando combustibles fósiles o electricidad, a pesar de que ya existen tecnologías que utilizan fuentes renovables de energía con viabilidad económica probada.

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

El Gobierno del Distrito Federal tiene entre sus prioridades la protección de la salud de los habitantes de la ciudad 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

Esta Norma Ambiental tiene por objeto establecer los criterios para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua; los requerimientos mínimos de calidad; las especificaciones técnicas de instalación, funcionamiento y mantenimiento de los sistemas para calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar; y se aplica a establecimientos que inicien operaciones a partir del día siguiente de la publicación de la presente norma y a establecimientos que realicen la remodelación total de sus instalaciones en el Distrito Federal, que requieran agua caliente para realizar sus actividades.

## 3. Referencias

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

- 3.1. GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL “Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal” 16 de Febrero de 2004, México.
- 3.2. GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL “Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal”, 2005, México.
- 3.3. NMX-ES-001-NORMEX-2005 Energía Solar- Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- Métodos de prueba y etiquetado, 2005, México.
- 3.4. MUHLIA V. AGUSTÍN, SÁNCHEZ F. ALFREDO, SIERRA C. FEDERICO, RAMONEDA R. ENRIQUE, “Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua”, Edición 2005, México.
- 3.5. PILATOWSKY FIGUEROA ISAAC y MARTÍNEZ STREVEL RODOLFO, “Sistemas de Calentamiento Solar: Una Guía para el Consumidor”. ISBN-970-92382-0-5, 1999, México,

## 4. Definiciones

Además de las definiciones en los términos de la Ley Ambiental del Distrito Federal, se entenderá por:

- 4.1. **Aislamiento térmico:** Aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica, cuyo empleo en los sistemas solares tiene por objeto reducir las pérdidas de calor.
- 4.2. **Área de apertura:** Máxima área proyectada a través de la cual la radiación solar no concentrada entra al colector solar plano.
- 4.3. **Bomba de circulación:** Dispositivo que produce el movimiento forzado de un fluido.
- 4.4. **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 a energía térmica.
- 4.5. **Capacidad de calentamiento:** Cantidad de calor que aporta el colector solar en un periodo de tiempo.
- 4.6. **Circulación por termosifón o natural:** Movimiento del fluido de trabajo a través del sistema de aprovechamiento de energía solar, inducido por la convección libre generada por la diferencia de densidades del agua fría y el agua caliente.

- 4.7. **Circulación forzada:** Movimiento del fluido de trabajo a través del sistema de aprovechamiento de energía solar, inducido por dispositivos externos o auxiliares.
- 4.8. **Colector solar:** Dispositivo que absorbe la energía solar incidente, la convierte en energía térmica y la transfiere al fluido que está en contacto con él. También llamado Calentador Solar.
- 4.9. **Combustibles fósiles:** Los combustibles fósiles convencionales son: carbón, petróleo, petróleo diáfano, diesel, combustóleo, gasóleo, gas licuado de petróleo, butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno, gas natural, o cualesquiera de sus combinaciones.
- 4.10. **Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente (CEA):** Cantidad de energía requerida durante un año para alcanzar la temperatura deseada para un uso específico del agua caliente, que será utilizada durante dicho lapso.
- 4.11. **Dotación mínima de agua potable:** Requerimientos de agua potable demandadas por cada usuario: persona, trabajador, bañista, puesto, kilogramo de ropa seca, sitio, cama, empleado, trabajador, alumno, asistente, comida, huésped, interno, pasajero, m<sup>2</sup>, según sea el tipo de establecimiento.
- 4.12. **Energía solar:** Radiación electromagnética emitida por el sol.
- 4.13. **Energía solar disponible:** Cantidad de radiación solar promedio diaria mensual estimada estadísticamente, a partir de mediciones históricas en cierto lugar geográfico.
- 4.14. **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 privados.
- 4.15. **Fluido:** Agua o cualquier otro medio utilizado para el transporte de energía en un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.
- 4.16. **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.
- 4.17. **Manómetro:** Dispositivo para medir la diferencia de presión entre un sistema y el medio ambiente.
- 4.18. **Porcentaje de agua caliente utilizada con relación a la dotación mínima diaria de agua potable:** Razón que se obtiene de dividir la cantidad de agua caliente requerida por tipo de establecimiento entre la dotación mínima de agua potable.
- 4.19. **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.
- 4.20. **Rendimiento térmico:** Relación de la energía térmica útil que el colector solar entrega, respecto de la energía de radiación solar que incide sobre su área de apertura.
- 4.21. **Sistema de alivio de presión:** Dispositivo de acción pasiva o activa que protege al sistema de calentamiento de agua, de incrementos de presión que pudiesen poner en riesgo su integridad física u operacional.
- 4.22. **Sistema convencional de calentamiento de agua:** Equipo que se utiliza para calentar agua, mediante la utilización de combustibles fósiles o electricidad.
- 4.23. **Sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar:** Conjunto formado por el (los) colector(es) solar(es), el termotanque o sistema de acumulación de agua caliente, tuberías, accesorios, así como todos y cada uno de los componentes que permiten el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua.
- 4.24. **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 evite su acumulación.
- 4.25. **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 el Distrito Federal.
- 4.26. **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.

## 5. Especificaciones generales

- 5.1. Las albercas y/o fosas de clavados, que inicien actividades a partir del día siguiente de la publicación de la presente Norma, así como las que se remodelen de manera total, que se encuentren en el Distrito Federal, que utilicen agua caliente, instalarán un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.
- 5.2. Los establecimientos medianos (51 a 100 empleados) y grandes (más de 100 empleados) que inicien actividades a partir del día siguiente de la publicación de la presente Norma, así como los que efectúen remodelación total de sus instalaciones, que requieran agua caliente para realizar sus actividades, instalarán un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, en los usos que requieran de agua caliente, bajo los siguientes criterios:
- 5.2.1. Los que incluyan el empleo de agua caliente destinada al uso en regaderas y/o lavamanos;
- 5.2.2. Los que incluyan el empleo de agua caliente destinada a uso de cocina; y
- 5.2.3. Los que incluyan el empleo de agua caliente destinada a los servicios de lavandería y tintorería.
- 5.3. La capacidad mínima de operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberá ser tal, que provea al menos 30% del Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente (CEA) para cada establecimiento.
- 5.4. Para fines de esta norma, el cálculo del Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente (CEA) se determinará mediante las siguientes fórmulas y valores de referencia:

- 5.4.1. Cálculo del Consumo Energético Anual (CEA) en la(s) alberca(s) y/o fosa(s) de clavados:

$$CEA = V \cdot \rho \cdot Cp \cdot \Delta T \cdot t \quad \text{Fórmula 1}$$

donde:

- CEA es el consumo energético anual por utilización de agua caliente en la(s) alberca(s) y/o fosa(s) de clavados, (kJ/año);
- V es el volumen de la(s) alberca(s) y/o fosa(s) de clavados, corresponde al agua a calentar por día, (l/día);
- $\rho$  es la densidad del agua, para fines de la presente norma se utilizará: 1 kg/l;
- Cp es el calor específico, para fines de esta norma, se utilizará: 4,19 kJ/kg°C;
- $\Delta T$  es la pérdida promedio de temperatura nocturna en el agua de la(s) alberca(s) y/o fosa(s) de clavados, para fines de la presente norma se utilizará 2,5°C; y
- t es el tiempo de operación del establecimiento por año (días/año).

- 5.4.2. Cálculo del CEA en establecimientos medianos (51 a 100 empleados) y grandes (más de 100 empleados) con usos de agua caliente destinada a cocina(s), regadera(s) y/o lavamanos:

$$CEA = P \cdot DA \cdot PAC \cdot \rho \cdot Cp \cdot (T_2 - T_1) \cdot t \quad \text{Fórmula 2}$$

donde:

- CEA es el consumo energético anual por utilización de agua caliente en cocina(s), regadera(s) y/o lavamanos, (kJ/año);
- P es la cantidad de usuarios: puesto, persona, trabajador, bañista, sitio, cama, empleados, trabajadores, alumnos, asistentes, comidas, huéspedes, internos, etc, según sea el caso;
- DA es la dotación mínima de agua potable, obtenida según la Tabla "Dotación mínima de agua potable y distribución por tipo de establecimiento", incluida en el Anexo I;
- PAC es el porcentaje de agua caliente utilizada con relación a la dotación mínima diaria de agua. Para fines de esta norma: 30%;

- $\rho$  es la densidad del agua, para fines de la presente norma se utilizará: 1 kg/l;  
 $C_p$  es el calor específico, para fines de esta norma se utilizará: 4,19 kJ/kg°C;  
 $T_1$  es la temperatura del agua de la red pública, para fines de esta norma se utilizará: 15,5°C;  
 $T_2$  es la temperatura del agua caliente requerida para el uso específico, para fines de esta norma se utilizará: 50°C; y  
 $t$  son los días de operación del establecimiento por año (días/año).

- 5.4.3. Cálculo del CEA en establecimientos medianos (51 a 100 empleados) y grandes (más de 100 empleados) con uso de agua caliente destinada a los servicios de lavandería y tintorería:

$$CEA = DA \cdot RAC \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) \cdot t \quad \text{Fórmula 3}$$

donde:

- CEA es el consumo energético anual por utilización de agua caliente en lavandería y tintorería, (kJ/año);  
 RAC es el peso promedio de ropa lavada con agua caliente (kg);  
 DA es la dotación mínima de agua potable, obtenida según la Tabla "Dotación mínima de agua potable y distribución por tipo de establecimiento", incluida en el Anexo I;  
 $\rho$  es la densidad del agua, para fines de la presente norma se utilizará: 1 kg/l;  
 $C_p$  es el calor específico, para fines de esta norma se utilizará: 4,19 kJ/kg°C;  
 $T_1$  es la temperatura del agua de la red pública, para fines de esta norma se utilizará: 15,5°C;  
 $T_2$  es la temperatura del agua caliente requerida para el uso específico, para fines de esta norma se utilizará: 50°C; y  
 $t$  son los días de operación del establecimiento por año (días/año).

El correcto uso de las fórmulas y las metodologías de aplicación, se muestran en el Anexo I de esta norma.

- 5.5. Los establecimientos imposibilitados físicamente para cumplir con el porcentaje especificado de contribución solar, ya sea por insuficiencia de superficie disponible, sombras, orientación, o cualquier otra razón, instalarán un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar que cumpla con porcentajes menores. Para esto deberán demostrar plenamente dicha imposibilidad física mediante un documento en donde se indique de manera clara y precisa las razones de la imposibilidad física del establecimiento para instalar algún sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, o bien las razones por las que únicamente puede cumplir con un porcentaje menor al indicado en el punto 5.3. Para esto, las consideraciones técnicas que llevaron a esta situación y a la solución dada, deberán quedar detalladas en la descripción del proyecto básico, así como en la memoria de cálculo y diseño del sistema.
- 5.6. 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 1. Energía Solar Disponible Promedio Diaria Mensual Sobre un Plano Horizontal [MJ/m<sup>2</sup> día]**

ENE.	FEB.	MZO.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
17,5	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, los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar deberán reunir los siguientes requerimientos mínimos:

- 6.1. Los colectores solares deberán portar una etiqueta o calcomanía en algún lugar visible del producto, que incluya por lo menos la siguiente información:
  - 6.1.1. Modelo, marca;
  - 6.1.2. Área de apertura;
  - 6.1.3. Presión máxima de operación;
  - 6.1.4. Flujo del fluido recomendado;
  - 6.1.5. Una tabla que muestre, para diferentes usos del colector solar, la temperatura típica de operación, el calor útil y la capacidad de calentamiento;
  - 6.1.6. La ecuación de eficiencia térmica;
- 6.2. En el caso de utilizar termotanque, éste deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
  - 6.2.1. Tener preferentemente las características técnicas recomendadas por el fabricante del colector solar.
  - 6.2.2. Contar con el aislamiento adecuado para su funcionamiento.
  - 6.2.3. Contar con un sistema de alivio de presión, sistema de protección contra acción catódica de ser metálico, termómetro y sistema de purga o drenado.
- 6.3. Para la instalación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se deberá observar que:
  - 6.3.1. El sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar se instale de manera ordenada, de modo que se permita la adecuada accesibilidad para limpieza y mantenimiento.
  - 6.3.2. El diseño óptimo de los soportes de los colectores, así como el anclamiento adecuado de sus partes, también se deberá considerar la fijación y conexión de tuberías, que permitan en su conjunto brindar seguridad estructural a la instalación solar.
  - 6.3.3. 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 Ambiental del Distrito Federal; Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal; Reglamento de la Ley de Protección Civil para el Distrito Federal; así como con el resto de la normatividad aplicable.
- 6.4. Para la operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se deberá observar que:
  - 6.4.1. Los sistemas de circulación forzada cuenten con sistemas de control automático.
  - 6.4.2. El diseño del sistema e instalación resultante garantice los mecanismos automáticos que permitan optar de manera segura y sin riesgo, 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.
  - 6.4.3. Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar cuenten ya sea con un diseño tal 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; sobre presión; sobre vacío; granizo; funcionamiento nocturno; estancamiento diurno del fluido calentado; funcionamiento sin radiación solar; efectos catódicos; contrapresiones generadas por bombas, hidroneumáticos, 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.

- 6.4.4. El instalador deberá informar al usuario, por escrito, de las situaciones especiales que existan sobre la dureza del agua.
- 6.4.5. Los sistemas por termosifón se podrán utilizar hasta un área total de 20 m<sup>2</sup> de colectores solares y cuando el área necesaria sea mayor deberán emplear sistemas de circulación forzada.
- 6.5. Para las garantías del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, se deberá observar que:
  - 6.5.1. Los colectores solares cuenten con una garantía de funcionamiento de por lo menos cinco años contra defectos de fabricación, instalación y deterioro por factores ambientales.
  - 6.5.2. Los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar cuenten con una garantía de funcionamiento de por lo menos cinco años contra defectos de diseño e instalación.
  - 6.5.3. Las bombas, controles y demás dispositivos eléctricos y electrónicos cuenten con una garantía de por lo menos un año.
- 6.6. Los propietarios de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, deberán asegurar la adecuada operación de las mismas, y llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente en tiempo y forma, de acuerdo a la documentación que se especifica en el párrafo II.1 y II.2 del Anexo II.
- 6.7. Los colectores solares deberán cumplir con la norma NMX-ES-001-NORMEX-2005, en un plazo no mayor a un año a partir de la entrada en vigor de la presente norma.

## **7. Gradualidad de aplicación**

- 7.1. A partir del día siguiente de la publicación de esta norma los usos considerados en especificaciones generales, incisos 5.1 y 5.2.1.
- 7.2. A partir de cumplirse un año de la publicación de esta norma los usos considerados en especificaciones generales, incisos 5.2.2 y 5.2.3.

## **8. Observancia**

- 8.1. La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Regulación y Vigilancia Ambiental, en el ámbito de su competencia.
- 8.2. La Secretaría podrá realizar la verificación de los requerimientos indicados en esta Norma para los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, en forma periódica o cuando lo considere conveniente.
- 8.3. El establecimiento podrá realizar la autoverificación de los sistemas de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, mediante auditorías ambientales voluntarias, debiendo ejecutar en el corto plazo, las medidas, recomendaciones u observaciones que se deriven de la aplicación de las mismas; debiendo asimismo, remitir a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Regulación y Vigilancia Ambiental, en el ámbito de su competencia, los resultados de dichas auditorías, así como los documentos que demuestren la implantación de las medidas, recomendaciones u observaciones en ellas establecidas.
- 8.4. El establecimiento, deberá conservar durante al menos cinco años, 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.

## 9. Vigencia

La presente Norma entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

## 10. Bibliografía

- 10.1. ASHRAE Standard 95-1981(RA87). Methods of Testing to Determine the Thermal performance of SDHW Systems, ASHRAE, Atlanta, USA.
- 10.2. AS4234 1994. Solar Water Heaters-Domestic and Heat Pump-Domestic and Heat Pump-Calculation of Energy Consumption, Standards, Australia.
- 10.3. ENRÍQUEZ HARPER, “El ABC de las Instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias” 2000, Editorial Limusa, México.
- 10.4. FERNÁNDEZ SALGADO JOSÉ M. y GALLARDO RODRÍGUEZ VICENTE, “Energía Solar Térmica en la Edificación” Primera Edición, 2004; A. Madrid Vicente, Ediciones. España.
- 10.5. GALINDO ESTRADA IGNACIO, CIFUENTES NAVA GERARDO, Instituto de Geofísica, UNAM, “Irradiación Solar Global en la Republica Mexicana: Valores Horarios Medios” 1996, PUE, UNAM, México.
- 10.6. IBÁÑEZ PLANA M., ROSELL POLO J. R., ROSSEL URRUTIA J. I., “Tecnología Solar” Colección energías Renovables, 2005, Ediciones Mundi Prensa, España.
- 10.7. ISO 9459-1 1992 Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. Performance Rating Procedure Using Indoor Test Methods, International Standards Organization, Geneva.
- 10.8. ISO 9459-2 1994 Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. Performance Test for Solar Only Systems, International Standards Organization, Geneva.
- 10.9. ISO 9459-3 1995 Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. Performance Test for Solar plus Supplementary Systems, International Standards Organization, Geneva.
- 10.10. ISO 9459-4 Solar Heating-Domestic Water Heating Systems. System Performance Characterization by Means of Component Tests and Computer Simulation. International Standards Organization, Geneva.
- 10.11. 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, Geneva.
- 10.12. ISO/TR 12596 1995. Solar Heating Swimming-Pool Heating Systems-Dimensions, Design and Installation Guidelines, International Standards Organization, Geneva.
- 10.13. LEYVA, A., MUHLIA A., BRAVO J.L., et al. (1990). Boletín de datos de radiación solar, terrestre y parámetros meteorológicos, 1988. Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie Datos, Instrumentación y Desarrollo No. 37.
- 10.14. MANRIQUE JOSÉ A. “Energía Solar, Fundamentos y Aplicaciones Fototérmicas” 1984, Editorial Harla. México.
- 10.15. MUHLIA, A., GALINDO L., JIMÉNEZ DE LA CUESTA E., MONTERO R., VALDERRAMA V., y VALDÉS M. (1986). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos 1984. Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica Serie de Datos, Instrumentación y Desarrollo, No.1.
- 10.16. MUHLIA, A., MOTA A., GALINDO L., MONTERO R., JIMÉNEZ DE LA CUESTA E., VALDÉS M., VALDERRAMA V., y MERCADO A. (1986). Boletín de Datos de Radiación de Geofísica, Serie de Datos, Investigación y Desarrollo No. 5.
- 10.17. MUHLIA, A., MOTA A., GALINDO L., MONTERO R., JIMÉNEZ DE LA CUESTA E., VALDÉS M., VALDERRAMA V., y MERCADO A. (1987). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos 1986. Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie de Datos, Instrumentación y Desarrollo No. 2.
- 10.18. MUHLIA, A., MOTA A., GALINDO L., VALDERRAMA V., JIMÉNEZ DE LA CUESTA E., MONTERO R., MERCADO A., y VALDÉS M. (1987). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos 1984. Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie de Datos Instrumentación y Desarrollo No. 1 (versión revisada).
- 10.19. MUHLIA, A., GALINDO L., JIMÉNEZ DE LA CUESTA E., MERCADO A., MONTERO R., VALDERRAMA V., y VALDÉS M. (1988). Boletín de Datos de Radiación Solar, Terrestre y Parámetros Meteorológicos de 1987. Comunicaciones Técnicas del Instituto de Geofísica, Serie Datos, Instrumentación y Desarrollo No. 6.



- 10.20. MUHLIA, A. et al. (1992). Boletín de datos de radiación solar y parámetros meteorológicos, Cd. Universitaria, D. F. 1989, 1990 y 1991. Observatorio de Radiación Solar, Instituto de Geofísica, UNAM.
- 10.21. MUHLIA VELÁZQUEZ A., et al. Boletín anual de datos del Observatorio de Radiación Solar de Cd. Universitaria, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999.
- 10.22. MUHLIA VELÁZQUEZ A., et al. Boletín anual de datos de Radiación Solar (1999). Instituto de Geofísica, Observatorio de Radiación Solar, Reportes Internos 99-2, Serie A, 2000.
- 10.23. MUHLIA VELÁZQUEZ A., et al. Boletín anual de datos de Meteorología (1998) y (1999). Instituto de Geofísica, Observatorio de Radiación Solar, Reportes Internos 99-2, Serie A, 1999 y 99-2, Serie A, 2000.
- 10.24. MUHLIA, A, GALINDO L. E., JIMÉNEZ E. Boletín de Datos de Radiación Solar, 2001 y 2002. Instituto de Geofísica, UNAM. Reportes Internos, 2003-7 y 2003-8.
- 10.25. MUHLIA, A., GALINDO L. E., JIMÉNEZ E. Boletín de Meteorología, 2000, 2001 y 2002. Instituto de Geofísica, UNAM. Reportes Internos, 2003-2, 2003-3 y 2003-4.
- 10.26. Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), “Cambio Climático 2001, tercer informe de evaluación, la base científica”, 2001.
- 10.27. SRCC 1994. Directory of SRCC Certified Solar Collector and Water Heating Systems Ratings. Solar Rating and Certification Corporation, Washington, DC.

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los 24 días del mes de marzo del año dos mil seis.

**CLAUDIA SHEINBAUM PARDO**  
(Firma)  
**SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL**  
**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**

## ANEXO I

### CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR UTILIZACIÓN DE AGUA CALIENTE

#### **I.1 Cálculo del Consumo Energético Anual (CEA) 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 se determina mediante la fórmula 1:

$$CEA = V \cdot \rho \cdot Cp \cdot \Delta T \cdot t$$

$$CEA = (96\ 000\ \text{l/día}) \cdot (1\text{kg/l}) \cdot (4,19\ \text{kJ/kg}^\circ\text{C}) \cdot (2,5^\circ\text{C}) \cdot (330\ \text{días/año})$$

$$CEA = 331\ 848\ 000\ \text{kJ/año}$$

Por lo que el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho centro deportivo, deberá garantizar proveer por lo menos el 30% del CEA, es decir:  $(331\ 848\ 000\ \text{kJ/año}) \cdot (0,30) = 99\ 554\ 400\ \text{kJ/año}$ .

#### **I.2 Cálculo del CEA en establecimientos medianos (51 a 100 empleados) y grandes (más de 100 empleados), con uso de agua caliente destinada a cocina, regaderas y/o lavamanos.**

##### **Ejemplo de aplicación A:**

En un hotel con capacidad total para 100 huéspedes y ocupación promedio anual es 70 huéspedes diarios (P), cuya operación es continua durante los 365 días al año (t), el valor del CEA se determina mediante la fórmula 2:

$$CEA = P \cdot DA \cdot PAC \cdot \rho \cdot Cp \cdot (T_2 - T_1) \cdot t$$

$$CEA = (70) \cdot (300 \text{ l/día}) \cdot (0,30) \cdot (1 \text{ kg/l}) \cdot (4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) \cdot (50^\circ\text{C} - 15,5^\circ\text{C}) \cdot (365 \text{ días/año})$$

$$CEA = 332\,404\,223 \text{ kJ/año}$$

Por lo que el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho hotel deberá proveer por lo menos el 30% del CEA, es decir:  $(332\,404\,223 \text{ kJ/año}) \cdot (0,30) = 99\,721\,267 \text{ kJ/año}$

Nota: el valor de DA (300 l/día) es el contenido para este caso, en la Tabla “Dotación mínima de agua potable y distribución por tipo de establecimiento”, incluida en este anexo.

#### **Ejemplo de aplicación B:**

En un restaurante que sirven 200 comidas (P) por día y que opera 365 días al año (t), el valor del CEA se determina mediante la fórmula 2:

$$CEA = P \cdot DA \cdot PAC \cdot \rho \cdot Cp \cdot (T_2 - T_1) \cdot t$$

$$CEA = (200) \cdot (12 \text{ l/día}) \cdot (30\%) \cdot (1 \text{ kg/l}) \cdot (4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) \cdot (50^\circ\text{C} - 15,5^\circ\text{C}) \cdot (365 \text{ días/año})$$

$$CEA = 37\,989\,054 \text{ kJ/año}$$

Por lo que el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicho restaurante deberá proveer por lo menos el 30% del CEA, es decir:  $(37\,989\,054 \text{ kJ/año}) \cdot (0,30) = 11\,396\,716 \text{ kJ/año}$ .

Nota: el valor de DA (12 l/día) es el contenido para este caso, en la Tabla “Dotación mínima de agua potable y distribución por tipo de establecimiento”, incluida en este anexo.

### **I.3 Cálculo del CEA en establecimientos medianos (51 a 100 empleados) y grandes (más de 100 empleados), con uso de agua caliente destinada a los 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 se determina mediante la fórmula 3:

$$CEA = DA \cdot RAC \cdot \rho \cdot Cp \cdot (T_2 - T_1) \cdot t$$

$$CEA = (40 \text{ l/kg}) \cdot (20 \text{ kg/día}) \cdot (1 \text{ kg/l}) \cdot (4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) \cdot (50^\circ\text{C} - 15,5^\circ\text{C}) \cdot 312 \text{ día/año}$$

$$CEA = 36\,080\,928 \text{ kJ/año}$$

Por lo que el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar para dicha lavandería y tintorería deberá garantizar proveer por lo menos el 30% del CEA, es decir:  $(36\,080\,928 \text{ kJ/año}) \cdot (0,30) = 10\,824\,278 \text{ kJ/año}$ .

Nota: el valor de DA (40 l/día) es el contenido para este caso, en la Tabla “Dotación mínima de agua potable y distribución por tipo de establecimiento”, incluida en este anexo.

**Tabla 2. Dotación mínima de agua potable y distribución por tipo de establecimiento**

Tipo	Dotación de agua potable	Unidades
<b>COMERCIAL</b>		
Comercios	6	l/m <sup>2</sup> .día
Mercados públicos y tianguis	100	l/puesto.día
<b>SERVICIOS</b>		
Oficinas de cualquier tipo	50	l/persona.día
Servicios automotrices	100	l/trabajador.día
<b>SERVICIOS DIVERSOS</b>		
Baños públicos	300	l/bañista día
Servicios sanitarios públicos	300	l/mueble día
Limpieza	40	l/kg ropa seca
Otros servicios	100	l/trabajador día
<b>SERVICIOS DE SALUD Y ASISTENCIA</b>		
Atención médica a usuarios externos; salas de espera	12	l/sitio paciente
Servicios de salud a usuarios internos; cuartos de camas	800	l/cama día
Orfanatorios y asilos; empleados	300	l/huésped día
<b>EDUCACIÓN, CIENCIA Y CULTURA</b>		
Educación preescolar	20	l/alumno turno
Básica y media	25	l/alumno turno
Media superior y superior	25	l/alumno turno
Institutos de investigación	50	l/persona día
Museos y centros de información	10	l/asistente día
<b>CENTROS DE REUNIÓN</b>		
Servicios de alimentos y bebidas	12	l/comida día
Espectáculos y reuniones	10	l/asistente día
Reuniones y recreación social	25	l/asistente día
Prácticas deportivas con baños y vestidores	150	l/asistente día
Espectáculos deportivos	10	l/asiento día
Lugares de culto templos, iglesias y sinagogas	10	l/asistente día
<b>SERVICIOS TURÍSTICOS</b>		
Hoteles, moteles, albergues y casas de huéspedes	300	l/huésped día
Campamentos para remolques	200	l/persona día
<b>SERVICIOS FUNERARIOS</b>		
Agencias funerarias	10	l/sitio visitante
Cementerios, crematorios y mausoleos	100	l/trabajador día
Visitantes a cementerios, crematorios y mausoleos	10	l/sitio visitante
<b>COMUNICACIONES Y TRANSPORTES</b>		
Estacionamientos	8	l/cajón día
Sitios, paraderos y estaciones de transferencia	100	l/trabajador día
Estaciones de transporte y terminales de autobuses foráneos	10	l/pasajero día
Estaciones del sistema de transporte colectivo	2	l/m <sup>2</sup> día

Fuente: Gobierno del Distrito Federal "Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", 2004, México.

La temperatura del agua de la red pública y la del agua caliente requerida para un uso específico, son las propuestas en: NMX-ES-001-2005 Energía Solar- Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- Métodos de prueba y etiquetado<sup>59</sup>.

## ANEXO II

### DOCUMENTACIÓN

Para los fines del cumplimiento de la presente norma, el propietario de la instalación solar deberá contar con la siguiente documentación:

II.1. Un manual en español en el que se especifiquen:

- II.1.1. Las instrucciones necesarias para la adecuada operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.
- II.1.2. 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.

II.2. 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:

- II.2.1. Las características técnicas de los colectores utilizados,
- II.2.2. La inclinación y orientación de los mismos,
- II.2.3. El esquema de conexión,
- II.2.4. El volumen y características técnicas del termostanque o sistema de acumulación de agua caliente, de contar con alguno de estos,
- II.2.5. El diagrama de la instalación,
- II.2.6. La memoria de cálculo del diseño hidráulico y térmico del sistema,
- II.2.7. El diagrama unifilar de la instalación hidráulica en donde se deberán especificar longitudes, diámetros, presiones y accesorios,
- II.2.8. Los cálculos analíticos correspondientes al diseño del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, en donde se indique de manera clara y precisa el porcentaje del Consumo Energético Anual proporcionado por el sistema de aprovechamiento de energía solar, con respecto a las necesidades energéticas anuales por consumo de agua caliente en los usos especificados en los puntos 5.1, 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.3, de acuerdo a la metodología detallada en el Anexo I, en donde también se establezca que la capacidad energética de los colectores solares no es superior a las necesidades del sistema, para ninguno de los meses del año,
- II.2.9. La memoria de diseño del sistema automático para el control del sistema, del cual se deberán incluir los diagramas eléctricos, en su caso,
- II.2.10. Las medidas tomadas para la protección del sistema ante: golpe de ariete; congelamiento bajo ciertas condiciones climáticas; sobre presión; sobre vacío; granizo; funcionamiento nocturno; estancamiento diurno del fluido calentado; funcionamiento sin radiación solar; efectos catódicos; contrapresiones generadas por bombas, hidroneumáticos, calderas, etc; y cualquier otro factor que afecte el funcionamiento y eficiencia del sistema 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.
- II.2.11. 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.

II.3. En su caso, un documento en donde se indique de manera clara y precisa las razones de la imposibilidad física de un establecimiento para instalar algún sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar, o bien las razones por las que únicamente puede cumplir con un porcentaje menor al indicado en el punto 5.3. Para esto, las consideraciones técnicas que llevaron a esta situación y a la solución dada, deberán quedar detalladas en la descripción del proyecto básico, así como en la memoria de cálculo y diseño del sistema.

---