

DICTAMEN TÉCNICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN VIVIENDA

ÍNDICE

0.- INTRODUCCIÓN

1.- OBJETIVO

2.- CAMPO DE APLICACIÓN

3.- REFERENCIAS

4.- TÉRMINOS, DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

- 4.1. Definiciones
- 4.2. Nomenclatura

5.- CLASIFICACIÓN

6.- ESPECIFICACIONES

- 6.1. Exposición
- 6.2. Resistencia a alta temperatura
- 6.3. Choque térmico externo
- 6.4. Choque térmico interno
- 6.5. Penetración de lluvia
- 6.6. Resistencia a la presión positiva
- 6.7. Resistencia al sobrecalentamiento
- 6.8. Resistencia a la presión hidrostática
- 6.9. Resistencia a las heladas
- 6.10. Resistencia al impacto
- 6.11. Ahorro de gas
- 6.12. Rendimiento térmico del calentador solar
- 6.13. Capacidad del termotanque
- 6.14. Componentes mínimos obligatorios
- 6.15. Desarmado e inspección final
- 6.16. Garantía

7.- MUESTREO

- 7.1. Tamaño de la muestra
- 7.2. Toma de la muestra

8.- MÉTODOS DE PRUEBAS

- 8.1. Método de prueba de exposición
- 8.2. Método de prueba de resistencia a alta temperatura
- 8.3. Método de prueba de choque térmico externo
- 8.4. Método de prueba de choque térmico interno
- 8.5. Método de prueba de penetración de lluvia
- 8.6. Método de prueba de resistencia a la presión positiva
- 8.7. Método de prueba de resistencia al sobrecalentamiento
- 8.8. Método de prueba de resistencia a la presión hidrostática
- 8.9. Método de prueba de resistencia a las heladas
- 8.10. Método de prueba de resistencia al impacto
- 8.11. Método de prueba para determinar el ahorro de gas
- 8.12. Método de prueba para determinar el rendimiento térmico del calentador solar de agua
- 8.13. Método de prueba para determinar la capacidad del termotanque

9.- INFORME DE PRUEBAS

10.- CRITERIO DE ACEPTACIÓN

11.- ETIQUETADO Y MANUALES

11.1. Etiquetado

11.2. Manuales

12.- Dictamen Técnico

12.1. Vigilancia

12.2. Seguimiento

12.3. Verificación

13.- BIBLIOGRAFÍA

14.- APÉNDICES INFORMATIVOS

APÉNDICE 1.- Figuras

APÉNDICE 2.- Informes de pruebas

DICTAMEN TÉCNICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN VIVIENDA

Especificaciones de la Conuee para los sistemas de calentamiento de agua cuya fuente de energía sea la radiación solar y como respaldo un calentador de agua cuya fuente de energía sea el gas LP o el gas natural, la energía eléctrica o cualquier otra fuente de energía.

0. INTRODUCCIÓN

Este documento se elaboró para disminuir el consumo de combustibles fósiles y su consecuente emisión de contaminantes, utilizando la radiación solar como fuente alterna de energía primaria, para calentamiento de agua de uso doméstico.

1. OBJETIVO

Este documento establece las especificaciones que deben cumplir los sistemas de calentamiento de agua (en adelante denominados "sistemas"), cuya fuente de energía sea la radiación solar y como respaldo utilice un calentador de agua con fuente de energía a gas LP o el gas natural, energía eléctrica o cualquier otra. Además establece los métodos de prueba para su verificación y los requisitos de marcado y etiquetado.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Este documento aplica a todos los sistemas de calentamiento de agua para todos los programas de vivienda que establezcan o instrumenten las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal (APF), centralizada y paraestatal, así como los organismos del servicio social cuya función sea otorgar financiamiento a la vivienda para su adquisición, y en consecuencia se debe observar que el calentador solar de agua que se instale en la vivienda tenga como respaldo para su operación una fuente de energía convencional, ya sea de gas LP, gas natural o de cualquier otra, para propiciar su funcionamiento ininterrumpido en el calentamiento de agua.

Los sistemas pueden ser integrados (autocontenidos), el calentador solar y el calentador de respaldo en un solo aparato o separados, el calentador solar acoplado al calentador de respaldo. Los calentadores solares solos (sin respaldo) pueden verificarse de acuerdo con este documento, en cuyo caso quedarán exentos de cumplimiento de la prueba de ahorro de gas, incisos 6.11 y 8.11.

3. REFERENCIAS

Este documento se complementa con las siguientes normas vigentes:

- NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida.
- NOM-003-ENER-2011. Eficiencia de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.
- NMX-ES.002-NORMEX-2007. Energía solar - Definiciones y Terminología.
- NMX-ES.004-NORMEX-2010. Energía solar - Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua - Método de prueba.

4. TÉRMINOS, DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

4.1. Definiciones.

- **Calentador de agua a gas:** Es el aparato para calentar agua de manera intermitente o continua, ya sea en un depósito (calentador de almacenamiento), al paso del agua por uno o más intercambiadores de calor (calentador de rápida recuperación) o al paso del agua por un serpentín o circuito tubular (calentador instantáneo), cuya fuente de energía es el gas LP o natural, certificado en el cumplimiento con la NOM-003-ENER vigente.

- **Calentador de referencia** – Es un calentador de agua a gas (calentador de almacenamiento), con recubrimiento térmico, automático, con capacidad nominal de 38 litros y certificado en el cumplimiento con la NOM-003-ENER vigente y cuyo objetivo es servir como parámetro para cuantificar el ahorro de gas.
- **Calentador solar de agua:** Es el sistema integrado por un colector solar y un termotanque, para calentar agua, cuya fuente de energía es la radiación solar. O bien cualquier otro sistema que use la radiación solar para calentar agua. En la Figura 1 del apéndice 1 se presenta un esquema del calentador solar.
- **Colector solar:** Es el componente de un calentador solar de agua destinado para absorber energía radiante y transferirla como energía calorífica a un fluido de trabajo.
- **Irradiación (H)** – Es la cantidad de energía de irradiación que incide sobre una cierta superficie durante un cierto tiempo y por unidad de área, representada por la integral de la irradiancia o densidad de flujo de energía de radiación que recibe la superficie en un intervalo de tiempo dado, intervalo que en general puede ser una hora o un día, Se expresa en MJ/m².
- **Irradiancia (G)** – Es la densidad de flujo de energía de radiación que es emitida o recibida por un objeto, Se expresa en W/m².
- **Piranómetro PSP.** Es el piranómetro de precisión espectral, con una sensibilidad constante dentro del $\pm 2\%$, respecto de la radiación solar espectral que tenga longitudes de onda en el rango de 0.3 a 2.5 micrómetros.
- **Sistema de calentamiento de agua.** Es el sistema integrado por un calentador solar de agua acoplado a un calentador a gas, calentador eléctrico o calentador con cualquier otra fuente de energía.
- **Termotanque:** Es un depósito aislado térmicamente en el que se acumula el agua calentada por energía solar.
- **Otros términos aplicables:** Consultar la norma NMX- ES-002-NORMEX-2007.

4.2. Nomenclatura.

G	Irradiancia solar global en plano de colector.
H	Irradiación global diaria en el plano del colector.
p _p	Presión de prueba.
t _a	Temperatura del aire circundante.

5. CLASIFICACIÓN

Los sistemas de calentamiento de agua se clasifican:

De acuerdo a la circulación del agua para su calentamiento en el colector solar o absorbedor, en:

- a) De circulación natural o termosifónicos.
- b) De circulación forzada.

De acuerdo a la tecnología del calentador solar en:

- a) Colectores solares plano;
- b) Autocontenidos.
- c) Colectores de tubos evacuados con o sin tubos de calor y con y sin superficies reflejantes.
- d) Colectores con concentradores tipo parabólico compuesto (CPC).

De acuerdo al tipo de alimentación hidráulica en:

- a) De 294.2 kPa (3.0 kgf/cm²) de presión máxima de alimentación hidráulica.
- b) De 588.4 kPa (6.0 kgf/cm²) de presión máxima de alimentación hidráulica.

6. ESPECIFICACIONES

Para garantizar el ahorro de energía, la funcionalidad y durabilidad de los calentadores solares se deben cumplir las siguientes especificaciones:

6.1. Exposición.

El calentador solar no debe presentar ningún daño como roturas o deformaciones al exponerse:

- Durante 15 días como mínimo, a la Irradiación global diaria en el plano del colector (H) especificada en la Tabla 1. Los días no necesariamente deben ser consecutivos.
- Durante 30 h como mínimo, al nivel mínimo de irradiancia solar global en el plano del colector (G) y a la temperatura mínima del aire circundante (t_a), especificadas en la Tabla 1. Las 30 horas se pueden alcanzar en periodos mínimos de 30 minutos.

El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.1.

Tabla 1: Condiciones climáticas mínimas para la prueba de exposición, resistencia a alta temperatura y choque térmico externo

Parámetro climático	Valores mínimos para todas las condiciones climáticas
Irradiancia solar global en el plano de colector, G en W/m^2	850
Irradiación global diaria en el plano de colector, H en MJ/m^2	17
Temperatura del aire circundante, t_a , en $^{\circ}C$	10

La pruebas de resistencia a alta temperatura (inciso 6.2) y de choque térmico externo (inciso 6.3), se puede realizar combinadas con esta prueba de exposición.

6.2. Resistencia a alta temperatura.

Los calentadores solares deben resistir una irradiancia solar global en el plano del colector "G" mayor de $1000 W/m^2$, a una temperatura del aire circundante " t_a " entre $20^{\circ}C$ y $40^{\circ}C$ y a una velocidad del aire circundante menor a $1 m/s$, durante 1 h como mínimo. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.2.

6.3. Choque térmico externo.

Los calentadores solares no deben presentar ningún daño como fisuras o roturas. Se deben someter a 2 choques térmicos externos, para lo cual se deben mantener durante 1 h como mínimo a un nivel alto de irradiancia solar global en el plano del colector "G" mínima establecida en la Tabla 1 y rociarse durante 15 minutos con agua a la temperatura ambiente, en forma uniforme mediante un aspersor de agua. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.3.

6.4. Choque térmico interno.

Los calentadores solares no deben presentar ningún daño como fisuras o roturas. Se deben someter a 2 choques térmicos internos, para lo cual se deben mantener durante 1 h como mínimo a un nivel alto de irradiancia solar global en el plano del colector "G" mínima establecida en la Tabla 1 y circular en su interior agua a una temperatura menor a $25^{\circ}C$. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.4.

6.5. Penetración de lluvia.

El calentador solar de agua no debe mostrar penetración de agua en su interior ni condensación. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.5.

6.6. Resistencia a la presión positiva.

Los colectores de los calentadores solares deben resistir, en su superficie expuesta, una presión positiva de $500 kPa$. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.6.

6.7. Resistencia al sobrecalentamiento.

El calentador solar debe resistir una irradiación mínima de 18 MJ/m², durante cuatro días consecutivos, sin tener deformaciones. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.7.

6.8. Resistencia a la presión hidrostática .

Los sistemas deben resistir una presión hidrostática de 1.5 veces la presión de trabajo de acuerdo con su uso, como mínimo durante una hora, tal como se especifica en la Tabla 2. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.8.

Tabla 2: Tipos de presión de trabajo

Presión de trabajo	Presión de prueba	Uso
P 294.2 kPa (3.0 kgf/cm ²)	$p_p \geq 441.3 \text{ kPa}$ ($p_p \geq 4.5 \text{ kgf/cm}^2$)	Apto para operar con: <ul style="list-style-type: none"> • Tinacos, • Tanques elevados de hasta 30 m de altura, • Redes municipales y sistemas hidroneumáticos a presión máxima de 294.2 kPa (3 kgf/cm²).
P 588.4 kPa (6.0 kgf/cm ²)	$p_p \geq 882.6 \text{ kPa}$ ($p_p \geq 9.0 \text{ kgf/cm}^2$)	Apto para operar con: <ul style="list-style-type: none"> • Tinacos, • Tanques elevados de hasta 60m de altura, • Redes municipales y sistemas hidroneumáticos a presión máxima de 588.4 kPa (6 kgf/cm²).

6.9. Resistencia a heladas.

El sistema de calentamiento de agua debe de resistir una temperatura de -10°C ±1 sin presentar fugas, fisuras o roturas ni deformaciones. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.9.

El manual de operación y mantenimiento debe describir el método de protección contra heladas usado en el calentador solar de agua.

6.10. Resistencia al impacto.

Los calentadores solares deben resistir los impactos de una bola de acero, con una masa de 150g con una tolerancia de ±10g, desde una altura mínima de 1m. El método de prueba debe ser el especificado en el inciso 8.10.

6.11. Ahorro de gas.

El sistema debe proporcionar como mínimo un ahorro de gas L.P. en 30 días, de acuerdo a la Tabla 3, aplicando la ecuación referida. El método de prueba para determinar el ahorro de gas debe ser el especificado en el inciso 8.11.

Tabla 3. Ahorro de gas

Energía solar (MJ/m ²)	17	19	21	23	25
Ahorro de gas LP mes (kg)	>16.5	>17.0	>17.5	>18.0	>18.5

Ecuación obtenida con la tabulación: ahorro de gas > 0.25*(energía solar MJ/m²)+12.25.

6.12. Rendimiento térmico del calentador solar.

El calentador solar debe proporcionar como mínimo un calor útil por día o por año en 8 horas o en 24 horas superior al establecido en la Tabla 4.

Tabla 4. Rendimiento térmico del calentador solar

Calor útil por día solar de 8 horas MJ	Calor útil en 24 hrs MJ	Calor útil al año en 8 horas MJ	Calor útil al año en 24 horas MJ
Templado	Templado	Templado	Templado
>12.5	>8.7	>4550	>3170

Nota: Los datos climatológicos están establecidos la NMX-ES-004-NORMEX-2010.

6.13. Capacidad del termotanque.

La capacidad mínima del termotanque debe ser de 150 l, con una tolerancia de - 2 l.

6.14. Componentes mínimos obligatorios.

Los calentadores solares deben estar equipados con los siguientes componentes mínimos, necesarios para su adecuado funcionamiento.

- Válvula de corte a la entrada

El sistema debe contar con una válvula de corte a la entrada del calentador solar con el propósito de permitir y facilitar su servicio de mantenimiento. La válvula de corte se debe instalar entre la línea de alimentación y la entrada del agua fría al calentador solar.

- Válvulas de desviación (By-pass)

El sistema debe contar con una válvula de desviación que le permitan operar en cualquiera de las siguientes modalidades:

1. 100% de abastecimiento del agua caliente por el calentador solar (el flujo de agua no debe circular a través del calentador de respaldo);
2. En serie con el calentador de respaldo;
3. 100% de abastecimiento del agua caliente por el calentador de respaldo (en el caso de falla o mantenimiento del calentador solar).

- Válvulas anti-retorno (Check): A la entrada del agua fría al termotanque.
- Válvulas de drenado: En el termotanque para eliminar los lodos que se acumulen y en el colector solar.
- Válvula de sobrepresión o seguridad. Este componente debe operar (abrir) a un 30% por arriba de la presión de trabajo marcada por el fabricante.
- Ánodo de sacrificio debe ser de mínimo 250 gramos por m² de superficie interior del termotanque.
- Dispositivo de protección contra quemaduras: Dispositivo automático que limite la temperatura de extracción de agua a 65 °C ± 5°C en el caso de sistemas que puedan alcanzar esta temperatura. Se recomienda usar una válvula de mezclado

El manual de instalación debe indicar la ubicación de estos elementos en el sistema.

6.15. Desarmado e inspección final.

Al final de las pruebas el calentador solar se debe desarmar e inspeccionar visualmente todas sus partes o componentes. Todas las anomalías se deben registrar y fotografiar.

6.16. Garantía

El calentador solar, y en su caso el sistema, debe contar con una garantía total, por escrito, de 10 años por parte del fabricante. El proveedor será solidariamente responsable por la garantía, considerando el mantenimiento previsto para el sistema.

7. MUESTREO

7.1. Tamaño de la muestra.

La muestra para la verificación del cumplimiento de las especificaciones establecidas en este documento debe ser, de ocho sistemas con todos sus accesorios por cada modelo de sistema; cuatro de los sistemas para realizar las pruebas correspondientes y cuatro para quedarse en resguardo del interesado para cualquier aclaración de alguno de los resultados. De los cuatro sistemas enviados al laboratorio de prueba, dos deben tomarse para determinar el ahorro de gas, uno para realizar las pruebas de integridad y uno para la prueba de desempeño térmico. Las muestras en resguardo se podrán comercializar o disponer de ellas una vez que el laboratorio entregue los informes correspondientes.

7.2. Toma de la muestra.

Las muestras se deben tomar al asar del lote de producto o de la línea de producción.

- a) El representante del organismo de certificación debe visitar al fabricante o importador y elegir, de la línea de producción o lote de producto, como mínimo 6 sistemas por cada modelo a certificar.
- b) El fabricante o importador debe enviar los sistemas al laboratorio de prueba elegido.

8. MÉTODOS DE PRUEBAS

Para evaluar la funcionalidad y durabilidad de los calentadores solares se deben aplicar los siguientes métodos de prueba y debe tenerse cuidado de ajustarse a las condiciones climáticas y de operación establecidas para su realización.

8.1. Método de prueba de exposición.

8.1.1. Objetivo.

Este método de prueba de exposición simula una condición de operación que puede ocurrir durante la instalación del calentador antes de habitarse la vivienda, durante su operación diaria o en una interrupción del suministro de agua, además permite estabilizar el funcionamiento del sistema de forma tal que los subsecuentes métodos de calificación se den con mayor probabilidad resultados repetibles. Por este motivo, la prueba de exposición debe ser la primera en realizarse.

Nota: Las pruebas de resistencia a alta temperatura (inciso 8.2), choque térmico externo (inciso 8.3.) y penetración por lluvia (8.5) puede combinarse con esta prueba y realizarse simultáneamente.

8.1.2. Instrumentos de medición, materiales y equipo.

- Piranómetro PSP.
- Termómetro con incertidumbre de 1°C.

8.1.3. Procedimiento.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. Todas las tuberías deben sellarse, excepto una para evitar el enfriamiento por circulación natural del aire y permitir la expansión libre del aire. En la Figura 2 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

Se deben medir, la temperatura del aire con un sensor de temperatura con una incertidumbre de $\pm 1^\circ\text{C}$ y la irradiancia solar global en el plano del colector usando un piranómetro PSP. Los valores de irradiación y temperatura media del aire se deben medir y registrar como mínimo cada 5 minutos. Se debe registrar también la lluvia cuando esta se presente. El colector solar debe exponerse hasta alcanzar las condiciones establecidas en la Tabla 1. Al final de la exposición se debe realizar una inspección visual para detectar daños y reportarlos en el informe de prueba del apéndice 2.

El calentador solar debe exponerse como mínimo durante 15 días, que no necesitan ser consecutivos, a la Irradiación global diaria en el plano del colector (H), especificada en la Tabla 1. La irradiación se determina registrando las medidas de irradiancia usando el piranómetro PSP.

El calentador solar de agua debe exponerse como mínimo 30 horas, al nivel mínimo de irradiancia solar global en el plano del colector (G), especificada en la Tabla 1, medida mediante un piranómetro en el plano del colector y a una temperatura mínima del aire circundante, t_a , especificada en la misma Tabla. Las 30 horas pueden alcanzarse en periodos mínimos de 30 minutos.

8.1.3.1. Si en la prueba de exposición se alcanza un nivel de irradiancia solar global en plano de colector, G igual o mayor de 1000 W/m^2 , durante una hora en forma continua, se puede omitir la realización de la prueba de resistencia a alta temperatura, especificada en 8.2.

8.1.3.2. Si la prueba de choque térmico externo, especificada en 8.3, se combina con esta prueba de exposición, el primer choque térmico externo se debe realizar durante las primeras 10 horas de las 30 horas, de irradiancia solar en el plano del colector G, de la prueba de exposición y el segundo durante las últimas 10 horas.

8.1.3.3. La prueba de penetración por lluvia se puede realizar en forma simultánea con esta prueba si al alcanzar las condiciones requeridas para esta prueba, se realiza el rociado por 4 horas como se indica en el método de prueba establecido en 8.5.

8.1.4. Resultados.

Al final de la prueba de exposición el calentador solar no debe presentar ningún daño como roturas o deformaciones, lo anterior se determina por una inspección visual.

8.2. Método de prueba de resistencia a alta temperatura.

8.2.1. Objetivo.

Este método de prueba tiene como objeto determinar si el calentador solar de agua puede soportar altos niveles de irradiancia, sin que se presenten roturas, fisuras, deformaciones y/o emanación de gases de los materiales plásticos del colector.

8.2.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Piranómetro PSP.
- Termómetro con incertidumbre de 1°C .

8.2.3. Procedimiento.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. Todas las tuberías deben sellarse, excepto una para evitar el enfriamiento por

circulación natural del aire y permitir la expansión libre del aire. En la Figura 3 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

Se debe realizar la prueba durante 1h después de que se hayan alcanzado las condiciones mínimas establecidas en la Tabla 5.

Tabla 5: Condiciones climáticas de referencia para la prueba de resistencia a alta temperatura

Parámetro climático	Valor para todas las clases climáticas
Irradiancia solar global en plano de colector, G en W/m^2	igual o mayor a 1 000
Temperatura del aire circundante, t_a , en °C	de 20 a 40
Velocidad del aire circundante en m/s	menor a 1

Nota: Si durante la prueba de exposición se alcanzan y registran, durante una hora, las condiciones de la Tabla 5, se puede omitir la realización de esta prueba.

8.2.4. Resultados.

Al final de esta prueba, el calentador solar no debe presentar ningún daño como roturas, deformaciones o emanación de gases de sus partes plásticas. Lo anterior se determina por inspección visual. Los daños deben registrarse en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.3. Método de prueba de choque térmico externo.

8.3.1. Objetivo.

Los sistemas pueden estar expuestos a lluvias repentinas en días calurosos y soleados y causar un choque térmico en la superficie externa del calentador. Este método de prueba permite determinar la capacidad de un calentador solar de agua de resistir estos choques térmicos.

Si esta prueba de choque térmico externo, se combina con la prueba de exposición inciso 8.1, se debe realizar de acuerdo a lo establecido en el método de prueba de exposición, inciso 8.1.3 último párrafo.

8.3.2. Instrumentos de medición, materiales y equipo.

- Piranómetro PSP.
- Termómetro con incertidumbre de 1°C.
- Aspersores de agua para un rociado uniforme que alcancen flujos de $0.04 \text{ kg/s} \pm 0.01 \text{ kg/s}$ por m^2 del área de apertura.

8.3.3. Procedimiento.

El sistema debe someterse a dos pruebas de choque térmico externo.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. Todas las tuberías deben sellarse, excepto una para evitar el enfriamiento por circulación natural del aire y permitir la expansión libre del aire. En la Figura 4 del Apéndice 1 se presenta un esquema del método.

El colector solar debe mantener las condiciones de prueba establecidas en la Tabla 1, durante 1 hora como mínimo, antes de iniciar el rociado con el aspersor de agua y se realiza el rociado durante 15 minutos.

Si esta prueba se combina con la prueba de exposición. se debe realizar de acuerdo con lo establecido en el inciso 8.1.3.2.

8.3.4. Resultados.

Al final de esta prueba, el calentador solar no debe presentar ningún daño como fisuras o roturas. Lo anterior se determina por inspección visual. Los daños deben registrarse en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.4. Método de prueba de choque térmico interno.

8.4.1. Objetivo.

Los sistemas pueden estar expuestos a repentinas entradas de agua fría en días calurosos y soleados, durante la instalación del calentador antes de habitarse la vivienda, durante su operación diaria o en una interrupción del suministro de agua, causando choques térmicos internos. Este ensayo tiene como objetivo determinar la capacidad del captador de resistir estos choques térmicos sin fallar.

8.4.2. Instrumentos de medición, materiales y equipo.

- Piranómetro PSP.
- Termómetro con incertidumbre de 1°C.
- Caudal de agua de 0.02 kg/s como mínimo.

8.4.3. Procedimiento.

El sistema debe someterse a dos pruebas de choque térmico interno.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. Todas las tuberías deben sellarse, excepto una para evitar el enfriamiento por circulación natural del aire y permitir la expansión libre del aire. En la Figura 5 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

El colector solar se debe mantener durante 1h a las condiciones establecidas en la Tabla 1 e inmediatamente iniciar la circulación de agua en el colector durante 5 minutos. La temperatura del agua debe ser menor de 25°C. y el caudal de agua de 0.02 kg/s como mínimo.

8.4.4. Resultados.

Al final de esta prueba, el colector solar no debe presentar ningún daño como fisuras o roturas. Lo anterior se determina por inspección visual y los daños deben registrarse en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.5. Método de prueba de penetración de lluvia.

8.5.1. Objetivo.

Los calentadores solares de agua se ubican en el exterior de las edificaciones y por tanto están expuestos a las lluvias. Este método de prueba permite determinar si hay penetración de la lluvia, lo cual, normalmente no debe ocurrir con lluvia natural ni con lluvia inducida con boquillas de rociado. Los colectores de los calentadores solares de agua pueden tener agujeros de ventilación o de drenado, sin embargo debe preverse que estos estén ubicados de manera que por ellos no penetre la lluvia.

Nota: Esta prueba se puede realizar en combinación con la prueba de exposición 8.1.

8.5.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Aspersor de agua para un rociado uniforme que alcancen flujos de 0.04 kg/s \pm 0.01 kg/s por m² del área de apertura.

8.5.3. Procedimiento.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. Las tuberías de entrada y salida de agua deben estar selladas.

El colector debe colocarse con el ángulo más bajo respecto a la horizontal recomendado por el fabricante. Si el fabricante no especifica el ángulo el colector debe colocarse a 30 grados respecto a la horizontal.

El calentador solar de agua debe exponerse a la radiación solar de más de 850 W/m^2 durante una hora. Los lados expuestos deben rociarse durante 4 horas, con agua a temperatura menor de 30°C , mediante un aspersor con un caudal mayor de $0.04 \text{ kg/s} \pm 0.01 \text{ kg/s}$ por m^2 del área de apertura 0.05 kg/s por metro cuadrado de área de rociado. En la Figura 6 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

8.5.4. Resultados.

Al final de esta prueba, el colector solar y el termotanque no deben mostrar penetración de agua en su interior ni condensación en más del 10% de la superficie del colector. Lo anterior se determina por inspección visual y se debe registrar en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.6. Método de prueba de resistencia a la presión positiva.

8.6.1. Objetivo.

El objetivo de esta prueba es determinar hasta qué punto el colector del calentador solar de agua es capaz de resistir carga de presión positiva debido al efecto de viento y nieve.

8.6.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Sacos de arena.
- Una lámina extendida en el colector solar.

8.6.3. Procedimiento.

8.6.3.1. Para colectores planos.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. Las tuberías de entrada y salida de agua deben estar selladas, En la Figura 7 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

Se debe aplicar sobre la superficie expuesta del colector una carga uniformemente distribuida de 500 kPa .

La carga puede ser con sacos de arena, u otro material, con un peso determinado de manera que puedan distribuirse uniformemente en la superficie expuesta.

8.6.3.2. Para los colectores de tubos evacuados.

Para los colectores de tubos evacuados el procedimiento es el mismo que para los planos, excepto que se debe colocar una lámina extendida sobre la cubierta del colector, que permita distribuir uniformemente el peso de los sacos de arena.

8.6.4. Resultados.

Al final de esta prueba, el colector solar no debe presentar ningún daño como fisuras o roturas en la cubierta, deformaciones permanentes en la carcasa y la estructura soporte del colector. Lo anterior se determina por inspección visual y los daños deben registrarse en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.7. Método de prueba de resistencia al sobrecalentamiento.

8.7.1. Objetivo.

El propósito de la prueba es determinar si el calentador solar de agua está protegido contra daños y el usuario está protegido del agua caliente que suministra el calentador solar después de periodos sin extracciones.

8.7.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Un Piranómetro PSP.
- Un equipo para medir la temperatura, el caudal y el volumen de agua caliente extraída que sale del calentador solar de agua.
- Un banco de prueba exterior para instalar el calentador solar de agua caliente con el colector.
- El suministro de agua controlado a una temperatura y presión dentro del rango de 5 °C a 25 °C y 200 kPa a 600 kPa *o la presión máxima de trabajo del fabricante.*

8.7.3. Procedimiento.

Se debe verificar si el sistema tiene las válvulas y otros dispositivos de seguridad contra el sobrecalentamiento y estas se encuentran ubicadas en los lugares correctos.

En la Figura 8 del Apéndice 1 se presenta un esquema del método.

La prueba se realiza como sigue:

- a) Se instala el calentador solar de agua de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- b) Se conecta el calentador solar de agua a la red de suministro.
- c) Se inicia la operación del calentador solar y se mantiene como mínimo durante 4 días consecutivos sin ninguna extracción de agua aislando completamente el sistema del exterior mediante válvulas instaladas a la entrada y salida del sistema.
- d) La superficie del colector debe estar expuesta como mínimo 4 días consecutivos a una radiación solar en el plano del colector, mayor a 18 MJ/m² por día y a una temperatura ambiente igual o mayor a 20 °C durante el mediodía solar; Con el objeto de que el sistema de seguridad opere correctamente.

8.7.4. Resultados.

Al final de esta prueba se debe observar si el sistema de seguridad opere correctamente bajo estas condiciones. Lo anterior se determina por inspección visual y los daños deben registrarse en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.8. Método de prueba de resistencia a la presión hidrostática.

8.8.1. Objetivo.

El objetivo la prueba es evaluar la resistencia del sistema a la presión hidráulica de todos los componentes e interconexiones del calentador solar de agua cuando está instalado de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

8.8.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Una plataforma y estructura soporte adecuada para la instalación del calentador solar de agua.
- Una fuente de presión hidráulica para regular la presión.
- Un indicador de presión adecuado para determinar la presión de prueba dentro del 5%.
- Una válvula de purga.
- Una válvula de aislamiento.

8.8.3. Procedimiento.

El sistema debe instalarse a la intemperie de acuerdo a las instrucciones del fabricante, en la Figura 9 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

La prueba debe realizarse en ausencia de radiación solar, preferentemente después de las 18:00 horas, o cubrir el colector.

Si tienen válvulas de seguridad por presión, estas deben de ser removidas y en su lugar se deberá poner un tapón antes de iniciar la prueba.

Una vez instalado el calentador solar en el área de pruebas, se abre la válvula de alimentación de agua fría (20°C) para permitir el flujo de agua y llenado del sistema.

Una vez llenado el calentador solar con agua a 20°C, se cierran las válvulas de corte para aislarlo del resto del sistema, y se presuriza a la presión de prueba establecida en la Tabla 2.

Si se presentan fugas en las conexiones, se deben de sellar y ajustar nuevamente y reiniciar la prueba, si continua este problema se cancela la prueba.

El mismo procedimiento se debe realizar con el calentador de gas si este es diferente al calentador de referencia establecido.

El calentador solar, debe mantenerse presurizado mínimo una hora sin que este reciba radiación solar.

Una vez transcurrido el tiempo correspondiente, se observa en el manómetro que la presión no haya disminuido, lo que significa que el sistema no se ha roto ni presentado fugas de agua en ninguna de sus conexiones.

8.8.4. Resultados.

Se libera la presión de prueba y se revisa que no se hayan causado deformaciones permanentes en el calentador solar. Lo anterior se determina por inspección visual y los daños deben registrarse en el informe de prueba del Apéndice 2.

8.9. Método de prueba de resistencia a heladas.

8.9.1. Objetivo.

Determinar hasta que punto los sistemas de calentamiento de agua son capaces de soportar heladas y ciclos de congelación-deshielo.

8.9.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Manómetros.
- Termopares.

8.9.3. Procedimiento.

Se debe montar el calentador solar, con su sistema de protección al congelamiento, en el interior de un cuarto frío y colocarse con el ángulo de inclinación mínimo respecto a la horizontal recomendado por el fabricante. Si el fabricante no especifica el ángulo de inclinación se debe colocar a 30 grados respecto a la horizontal. Los colectores sin cubierta se deben ensayar en posición horizontal a menos que el fabricante especifique otra cosa.

Se llena el calentador solar con agua y se lleva a la presión de operación; se enfría hasta alcanzar una temperatura de $-10\pm 1^{\circ}\text{C}$ en la cámara de refrigeración y se mantiene a esta temperatura durante 30 minutos; se descongela hasta alcanzar una temperatura de 10°C y se mantiene a esta temperatura durante 30 minutos; se vacía el sistema. El ciclo se repite 3 veces.

El mismo procedimiento se debe realizar con el calentador de gas si este es diferente al calentador de referencia establecido.

8.9.4. Resultado.

Al final de esta prueba, el sistema de calentamiento de agua no debe presentar fugas, fisuras o roturas ni deformaciones. Lo anterior se determina por inspección.

8.10. Método de prueba de resistencia al impacto.

8.10.1. Objetivo.

El objetivo de esta prueba es determinar hasta que punto el calentador solar de agua puede soportar los efectos de impactos causados por granizo.

8.10.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Bola de acero con una masa de $150\text{g}\pm 10\text{g}$.
- Electroimán o cualquier otro dispositivo que permita dejar caer la bola sin darle un impulso.

8.10.3. Procedimiento.

El calentador solar se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sin llenarse de agua. La estructura soporte del calentador solar debe estar lo suficientemente firme para asegurar que el impacto se concentre únicamente en la superficie a probar. En la Figura 10 del apéndice 1 se presenta un esquema del método.

La bola de acero con una masa de $150\text{g}\pm 10\text{g}$, se debe dejar caer 10 veces desde una altura de 1.0 m con respecto a la horizontal del colector (calcular altura real de acuerdo a cálculo trigonométrico) en caso de resistir se puede continuar con la prueba de 20cm en 20 cm hasta alcanzar los 2.0 m. La prueba se detiene cuando el calentador solar de agua se dañe o cuando haya resistido los 10 impactos desde cada una de las alturas.

Para los colectores planos los puntos de impacto deben ser, a más de 5 cm de los bordes y 10 cm de las esquinas de la cubierta del colector. Los impactos deben distribuirse hacia el centro del colector.

Para los colectores de tubos evacuados los impactos deben distribuirse entre los tubos del colector y deben aplicarse a más de 5 cm de su conexión al termotanque y su soporte inferior. Los impactos deben distribuirse de los extremos hacia el centro del tubo.

8.10.4. Resultado.

Al final de la prueba, se debe inspeccionar los daños del colector y registrar los resultados especificando, la altura desde la cual la bola de acero fue lanzada y el número de impactos que causó el daño. Los daños deben registrarse en el informe de prueba del apéndice 2. El colector solar para aprobar esta prueba debe de soportar al menos 1.0 m de altura en su impacto, en caso de resistir más señalar la altura máxima alcanzada en esta prueba.

8.11. Método de prueba para determinar el ahorro de gas.

8.11.2. Objetivo.

El objetivo del método consiste en medir el consumo de gas LP del calentador solar de agua con respaldo que se desea evaluar y compararlo con el consumo de gas LP del calentador de referencia, ambos operados simultáneamente y bajo las mismas condiciones ambientales y de trabajo (extracciones de agua caliente).

El consumo de gas LP del calentador solar de agua con respaldo debe ser menor que el del calentador de referencia, por lo que, la diferencia entre los consumos será el ahorro de gas LP.

8.11.1. Instrumentos de medición, materiales y equipo.

- Medidores de flujo de gas, (con un intervalo mínimo de 0.5 a 0.35 dm³/s e incertidumbre de 1% máximo de la lectura máxima).
- Medidores de flujo de agua (con un intervalo mínimo de 0.5 a 0.25 dm³/s e incertidumbre de 1% máximo de la lectura máxima) o recipientes de peso conocido con báscula.
- Sensores de temperatura, termopares o RTD (con una precisión de ± 0.5 °C).
- Manómetros (con amplitud de escala de 0.0 kPa (0.0 kgf/cm²) a 500 kPa (5.0 kgf/cm²) y con una división mínima de 10 kPa (0.1 kgf/cm²).
- Calentador de referencia.
- Wattorímetro (para el caso de calentadores solares de circulación forzada).
- Solarímetro (exactitud de 3% a una radiación de 1000 W/m²) colocado en el plano del colector.
- Anemómetro o en su caso barreras físicas que impidan la circulación del viento.
- Termómetros.
- Tuberías y conexiones apropiadas.
- Válvula automática para mezclar el agua caliente y fría.
- Aislante térmico para las tuberías y adhesivos para colocarlo.
- Bomba hidráulica de presión.
- Tanque de almacenamiento de gas LP.
- Tinaco para el abastecimiento de agua, de capacidad adecuada, certificado bajo la norma NMX-C-374-ONNCCE.
- Medidor de precipitación pluvial.

8.11.3. Procedimiento.

En las Figuras 11 y 12 que se muestran en el Apéndice 1, respectivamente son los esquemas de la instalación para medir el consumo de gas LP, de un calentador solar y calentador de gas de respaldo separados y de un sistema con calentador solar y calentador de gas de respaldo integrados. En la Figura 13 se muestra la del calentador de referencia. En dichas figuras se indica la instrumentación requerida para las pruebas.

El calentador solar debe llevar su estructura de apoyo para asegurar su colocación adecuada en el laboratorio y debe colocarse en una zona con incidencia de radiación solar todo el día, con una orientación del colector hacia el sur geográfico y un ángulo de inclinación igual a la latitud del lugar, el solarímetro o piranómetro se debe instalar junto al colector solar con la misma orientación e inclinación.

En el sistema, el calentador solar debe colocarse a 5.0 m del calentador a gas y la tubería se debe aislar térmicamente con el material proporcionado por el fabricante, importador o comercializador del sistema de acuerdo con sus indicaciones escritas. En el calentador solar el termotanque debe colocarse como máximo a 3.0 m del colector solar. Se conecta el calentador solar de agua al suministro de agua, se abre la válvula de descarga del sistema, se purga y se cierra la válvula de descarga. El calentador de respaldo se conecta entonces a la red de suministro de gas LP y se verifica que no existan fugas en las conexiones.

Simultáneamente, el calentador de referencia se conecta a las mismas redes de suministro de agua y gas LP, que alimentan el calentador solar de agua con respaldo. Se abre la válvula de

suministro y descarga de agua del calentador de referencia, se purga y se cierra la válvula de descarga. Se verifica que no existan fugas en las conexiones.

Instalado y purgado el calentador solar de agua con respaldo se cierra la válvula de salida del mismo y se inicia el periodo de estabilización, 24 horas antes de iniciar las mediciones y extracciones de agua durante el periodo de prueba.

La estabilización consiste en dejar operar el calentador solar del sistema durante 24 h, sin realizar ninguna extracción de agua, para aprovechar la radiación solar de un día completo. Y al día siguiente realizar el protocolo completo de extracciones antes de iniciar con la prueba de ahorro de gas.

1 h antes de iniciar las pruebas, después de las 24 h, se encienden los pilotos del calentador de respaldo a gas y del calentador de referencia y se toma la lectura de cada medidor de gas, tanto del calentador de respaldo como del calentador de referencia.

Se enciende el calentador a gas de respaldo y el calentador de referencia, colocando el termostato de los primeros en la posición indicada con precisión por el solicitante de las pruebas y el del calentador de referencia en su posición más alta (caliente).

Se inician las extracciones de agua del calentador solar de agua con respaldo y del calentador de referencia como sigue:

Se efectúan 3 extracciones de agua al día, durante el periodo de prueba, ajustando la válvula mezcladora para lograr una temperatura del agua de $38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, en los volúmenes y horarios siguientes:

- La primera extracción de 135 litros $\pm 1\%$ a las 7:00 h.
- La segunda extracción de 60 litros $\pm 1\%$ a las 13:00 h.
- La tercera extracción de 90 litros $\pm 1\%$ a las 20:00 h.

Las extracciones se deben realizar utilizando la llave mezcladora automática, calibrando el flujo de agua constante entre 8 y 10 l/min y a una temperatura entre 37 y 39 $^{\circ}\text{C}$. Registrando estos valores cada 30 segundos.

Los días de prueba deben ser 4. En caso de presentarse en algunas de estos días una radiación menor de 17 MJ/m^2 o una precipitación pluvial (lluvia) mayor a 10 mm/m^2 día, la prueba debe suspenderse y reiniciarse hasta alcanzar los 4 días de prueba.

En el caso de los sistemas de circulación forzada el consumo de energía eléctrica se debe registrar diariamente para sumarse al consumo de gas, en las mismas unidades.

8.11.4. Cálculo de ahorro del calentador solar de agua.

Se debe registrar la lectura inicial y las lecturas diarias del consumo de gas LP, a las 7 h de cada día, antes de realizar la primera extracción de agua de las probetas (calentador solar de agua con respaldo) y del calentador de referencia, así como la lectura final al concluir el último día de prueba, a las 7 h. Con estos datos y tomando como valor de la densidad del gas LP 2.0 kg/m^3 .

- Se calcula el consumo promedio diario de gas LP de cada probeta y se promedia para obtener el consumo promedio diario de gas LP de una probeta (calentador solar de agua con respaldo), el cual se multiplica por 30 para obtener el consumo mensual de un sistema.
- Se calcula el consumo promedio diario de gas LP del calentador de referencia y se multiplica por 30 para obtener el consumo mensual del calentador de referencia.

Se resta el consumo mensual del calentador solar de agua con respaldo, del consumo mensual del calentador de referencia y la diferencia es el ahorro de gas obtenido por el uso de un calentador solar de agua.

En el caso de los calentadores solares de circulación forzada se deben registrar, en la misma forma, los consumos de energía eléctrica, obtener el consumo promedio diario y multiplicarlo por 30 para obtener el consumo mensual, transformarse a kg de gas LP y sumarlo al consumo de gas del calentador de respaldo antes de restarlo al consumo de gas del calentador de referencia.

8.11.5. Criterio de aceptación.

Se debe cumplir con el siguiente criterio mínimo para aprobar la prueba (Tabla 3):

Energía solar (MJ/m²)	17	19	21	23	25
Ahorro de gas LP mes (kg)	>16.5	>17.0	>17.5	>18.0	>18.5

Ecuación obtenida con la tabulación: ahorro de gas LP por mes (kg) > 0.25*(energía solar MJ/m²)+12.25.

Se reportará en el informa únicamente si el sistema paso o no la prueba y en ningún caso se reportará el ahorro que se obtiene debido a que este ahorro se realiza para diferentes condiciones ambientales a lo largo del año.

8.12. Método de prueba para determinar el rendimiento térmico del calentador solar de agua.

El método de prueba debe ser el establecido en el capítulo 7 de la norma NMX-ES-004-NORMEX-2010.

El calentador solar debe proporcionar como mínimo un calor útil por día o por año en 8 horas o en 24 horas superior al establecido en la Tabla 4.

8.13. Método de Prueba de la capacidad del termotanque.

8.13.1. Objetivo.

Asegurar un volumen mínimo de agua caliente proveniente del calentador solar y facilitar la comparación de los sistemas.

8.13.2. Instrumentos de medición, materiales y equipos.

- Balanza.
- Instrumento de medición lineal.

8.13.3. Procedimiento.

La medición de la capacidad del termotanque se realiza pesando el termotanque sin agua y con agua o llenando el termotanque de agua y extrayendo esta en un recipiente de peso conocido y pesándolo. Diferencia de pesos.

8.13.4. Resultado.

La capacidad mínima del termotanque debe ser de 150 l, con una tolerancia de - 2 l.

9. INFORME DE PRUEBAS.

Se debe completar el formato dado en Apéndice 2 para cada prueba, junto con el formato introductorio que consta de un resumen de los resultados principales.

10. CRITERIO DE ACEPTACIÓN.

Si alguna de las muestras de los sistemas o de los calentadores solares solos, seleccionada para la verificación del cumplimiento con este Dictamen, como resultado de la aplicación de las pruebas especificadas presenta en alguno de sus componentes una o más de las siguientes fallas, el lote de fabricación o de producto que representa debe ser rechazado.

Dichas fallas son: Roturas, grietas, fisuras, deformaciones permanentes, penetración de agua, fugas de agua, pérdida de vacío, gotas de agua, condensación, emanación de gases, o cualquier otra que limite el adecuado funcionamiento del sistema.

Además de lo anterior se debe de cumplir con el ahorro de gas y el calor útil del (rendimiento térmico) sistema solar mínimos establecidos en este documento.

11. ETIQUETADO Y MANUALES.

11.1. Etiquetado.

Los sistemas y calentadores solares solos deben etiquetarse en forma clara y visible con los siguientes datos. Estos datos deben permanecer durante la vigencia de la garantía.

1. Nombre de la empresa o suministrador responsable del calentador solar
2. Denominación o razón social, domicilio fiscal y domicilio de la planta de fabricación,
3. Marca y modelo del calentador solar
4. Numero de fabricación o numero de serie
5. Fecha de fabricación, esto puede incluirse en el numero de fabricación o numero de serie codificado o de forma clara
6. Capacidad nominal en litros
7. País de origen del producto ("Hecho en..." o "Fabricado en ...")
8. Presión de operación.
9. Clase de rendimiento térmico. (Para el calentador solar solo)
10. Uso en regiones con heladas
11. Número de dictamen y vigencia

La etiquetas deben ser adheribles e indelebles con dimensiones aproximadas de 16.0 cm 5.5 cm, y deben colocarse en el termotanque. El texto debe ser legible a un metro de distancia como mínimo.

11.2. Manuales.

El fabricante debe entregar junto con el producto un manual de Instalación y un manual de operación y mantenimiento, los cuales deben contener como mínimo la siguiente información.

11.2.1. Manual de instalación.

Los requerimientos mínimos del manual de instalación son los siguientes:

- a) Diagrama de instalación del calentador solar de agua (interconexión de las componentes, accesorios, válvulas, tuberías y con el calentador de respaldo, etc.).
- b) Recomendaciones generales sobre la instalación.
- c) Recomendaciones para el diseño de la red hidráulica.
- d) Material requerido para la instalación de los calentadores solares de agua, incluyendo en su caso, el aislamiento en tubería y sus especificaciones.
- e) Recomendaciones sobre la estructura y anclaje de los colectores.
- f) Recomendaciones para la orientación de los colectores.
- g) Recomendaciones para la interconexión de sus componentes.

11.2.2. Manual de operación y mantenimiento

Los requerimientos mínimos del manual de operación y mantenimiento son los siguientes:

- 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 diferentes configuraciones de la válvula 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.
- j) Frecuencia de servicios preventivos.

12. Dictamen Técnico

12.1. Vigilancia

La vigencia del dictamen técnico del sistema y del calentador solar de agua debe ser de un año para los dictámenes por lote de producto y de 3 años para los dictámenes por línea de producto.

12.2. Seguimiento

El seguimiento para la verificación por lote de producto se debe realizar como mínimo una vez al año durante la vigencia del dictamen.

El seguimiento para la verificación por línea de producto se debe realizar como mínimo una vez durante la vigencia del dictamen.

12.3. Verificación

En caso del producto ya instalado se debe realizar el seguimiento como mínimo una vez al año verificando que el producto en lo general coincida con lo declarado en la documentación ingresada al Organismo de Certificación, se verificará que el producto no presente fugas, roturas o fisuras.

13. BIBLIOGRAFIA.

- International Standard ISO 9459-2, "Solar heating -- Domestic water heating systems -- Part 2: Outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar-only systems".
- Technical report ISO TR 10217, "Solar energy-Water heating systems, Guide to material selection with regard to international corrosion".
- Norma Mexicana NMX-C-374-ONNCCE "Industria de la construcción – tinacos prefabricados- especificaciones y métodos de prueba"
- Sistemas solares para calentamiento de agua-método de prueba"
- Norma Española UNE-EN 12975-1, "Sistemas solares y componentes, Captadores solares. Parte 1: Requisitos generales"
- Norma Española UNE-EN 12975-2, "Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores solares. Parte 2: Métodos de ensayo"
- Norma Española UNE-EN 12976-1, "Sistemas solares térmicos y sus componentes, Sistemas prefabricados. Parte 1: Requisitos generales"
- Norma Española UNE 12976-2, "Sistemas solares térmicos y componentes, sistemas prefabricados. Parte 2: Métodos de ensayo.

APÉNDICE 1.- FIGURAS

Figura 1: Calentador solar de agua

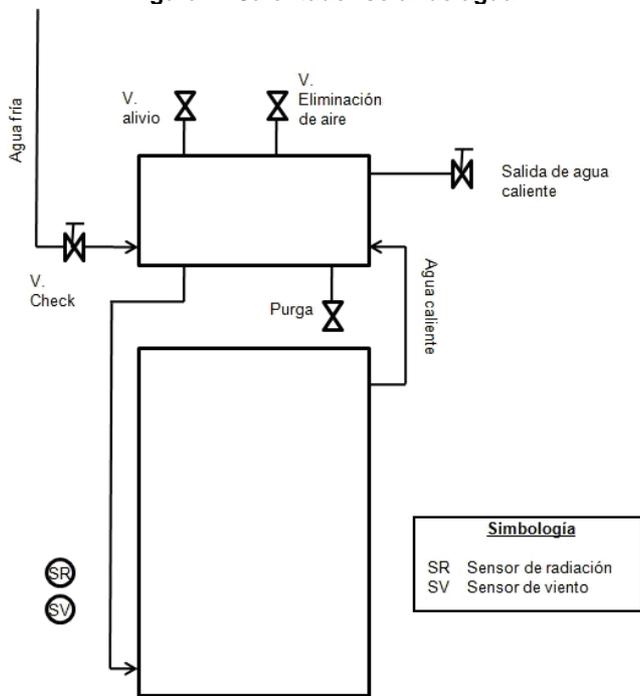


Figura 2: Método de prueba de exposición

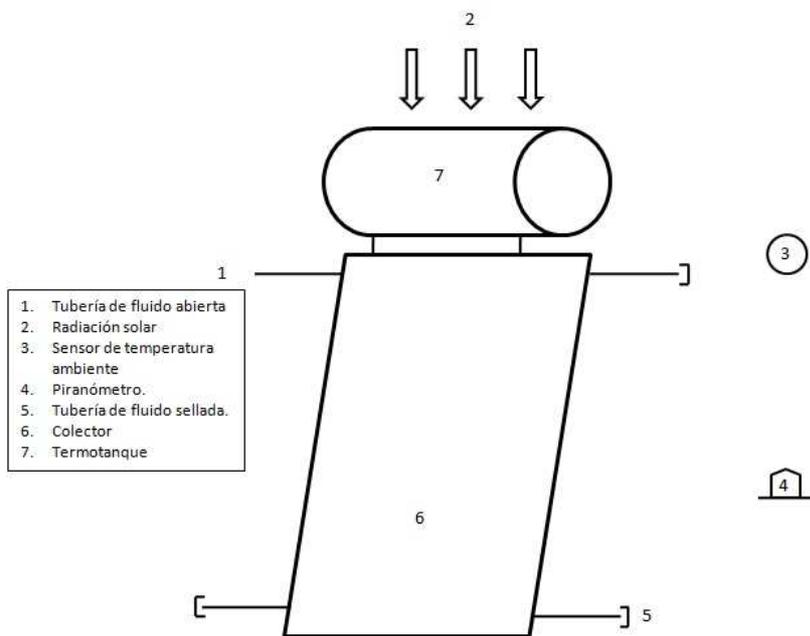


Figura 3: Método de prueba de resistencia a alta temperatura

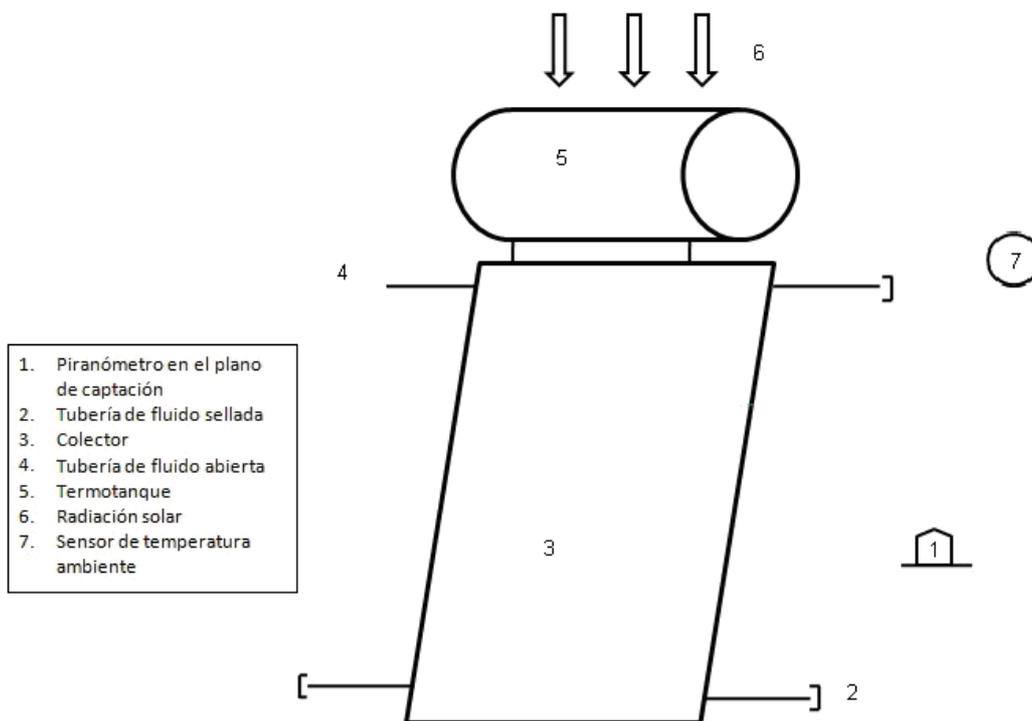


Figura 4: Método de prueba de choque térmico externo

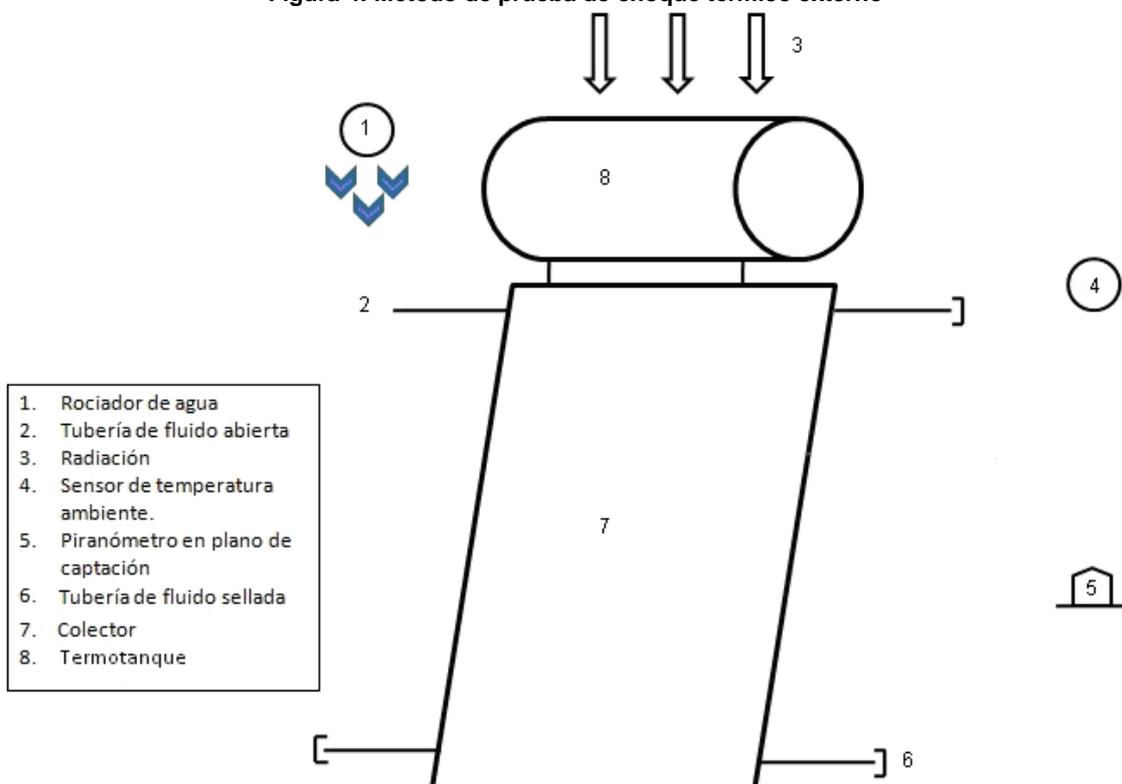


Figura 5: Método de prueba de choque térmico interno

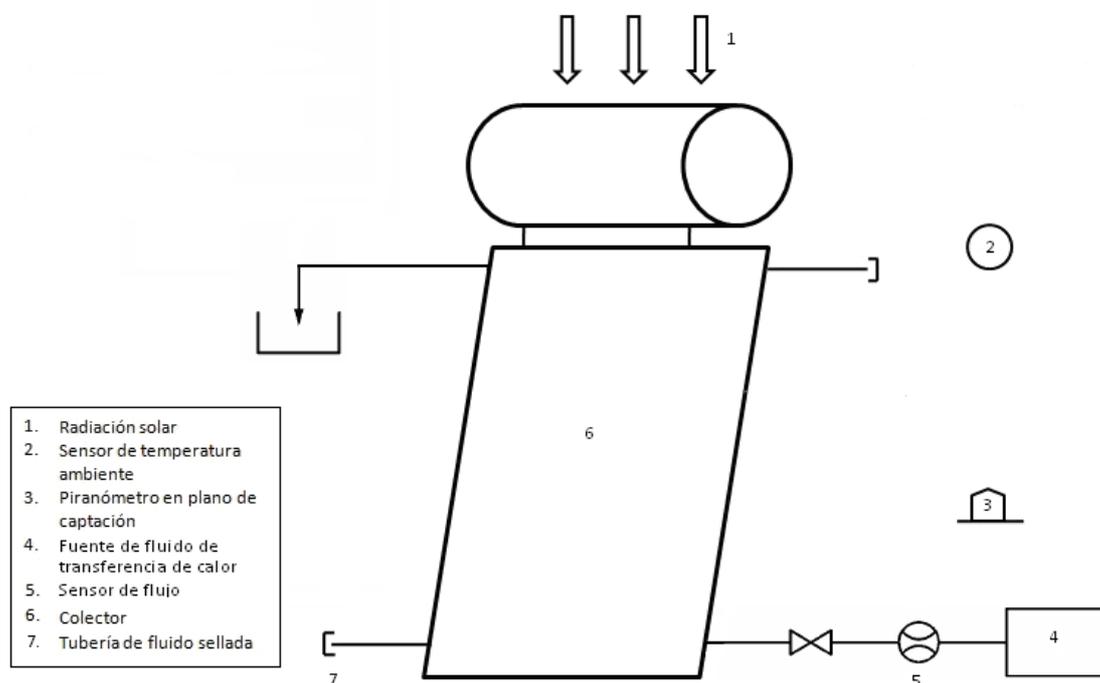


Figura 6: Método de prueba de penetración de lluvia

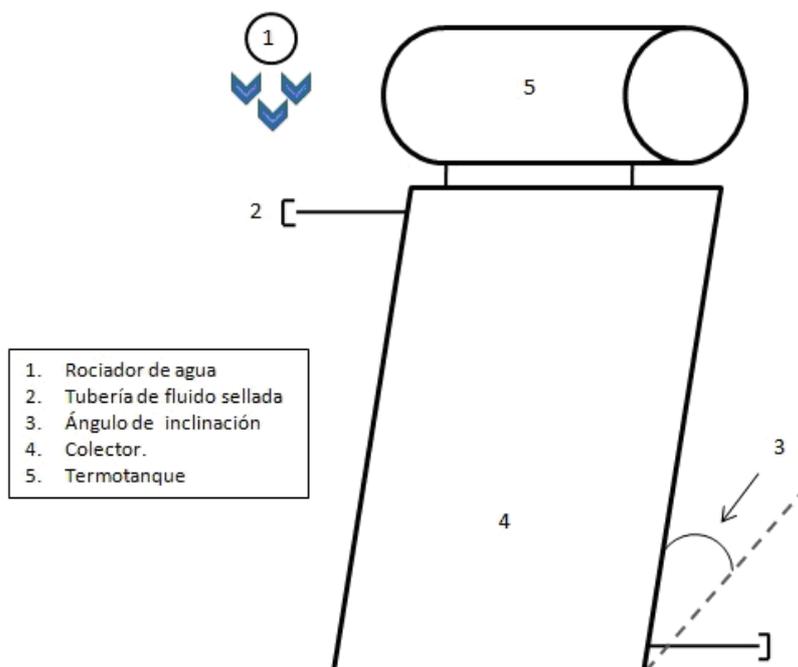


Figura 7: Método de prueba de resistencia a la presión positiva

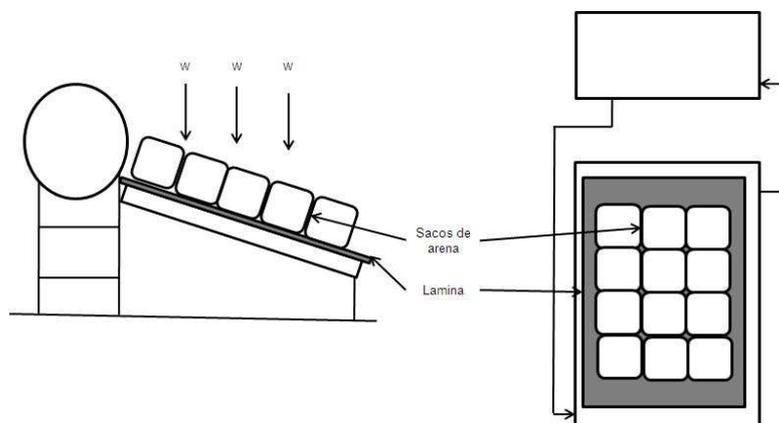


Figura 8: Método de prueba de resistencia al sobrecalentamiento

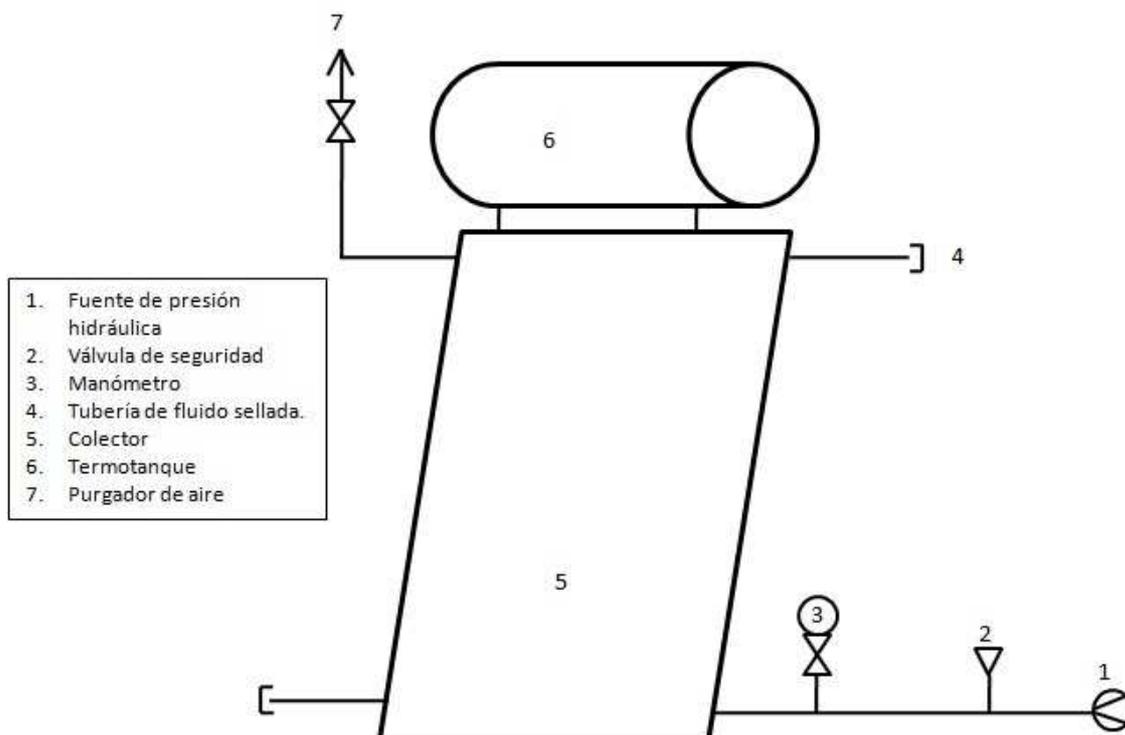


Figura 9: Método de prueba de resistencia a la presión hidrostática

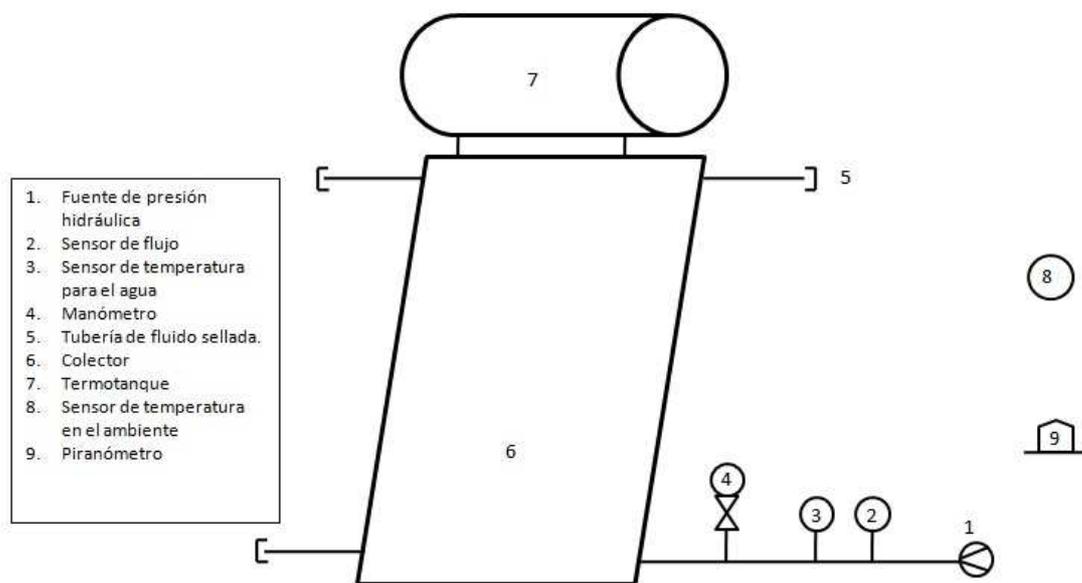


Figura 10: Método de prueba de resistencia al impacto

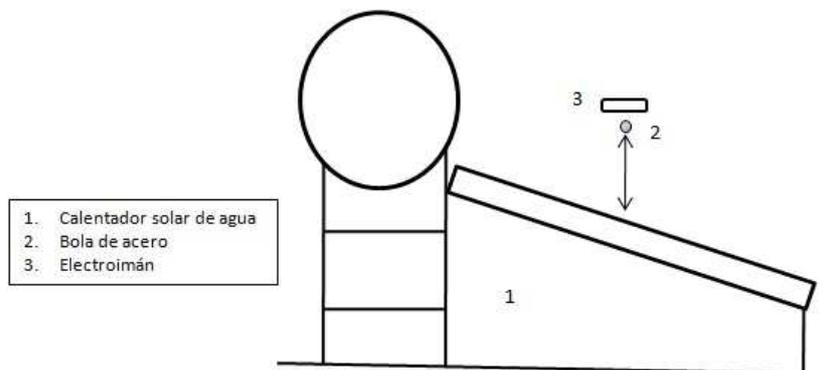


Figura 11: Esquema de instalación para medir el consumo de gas de un sistema, con calentador solar y calentador de gas

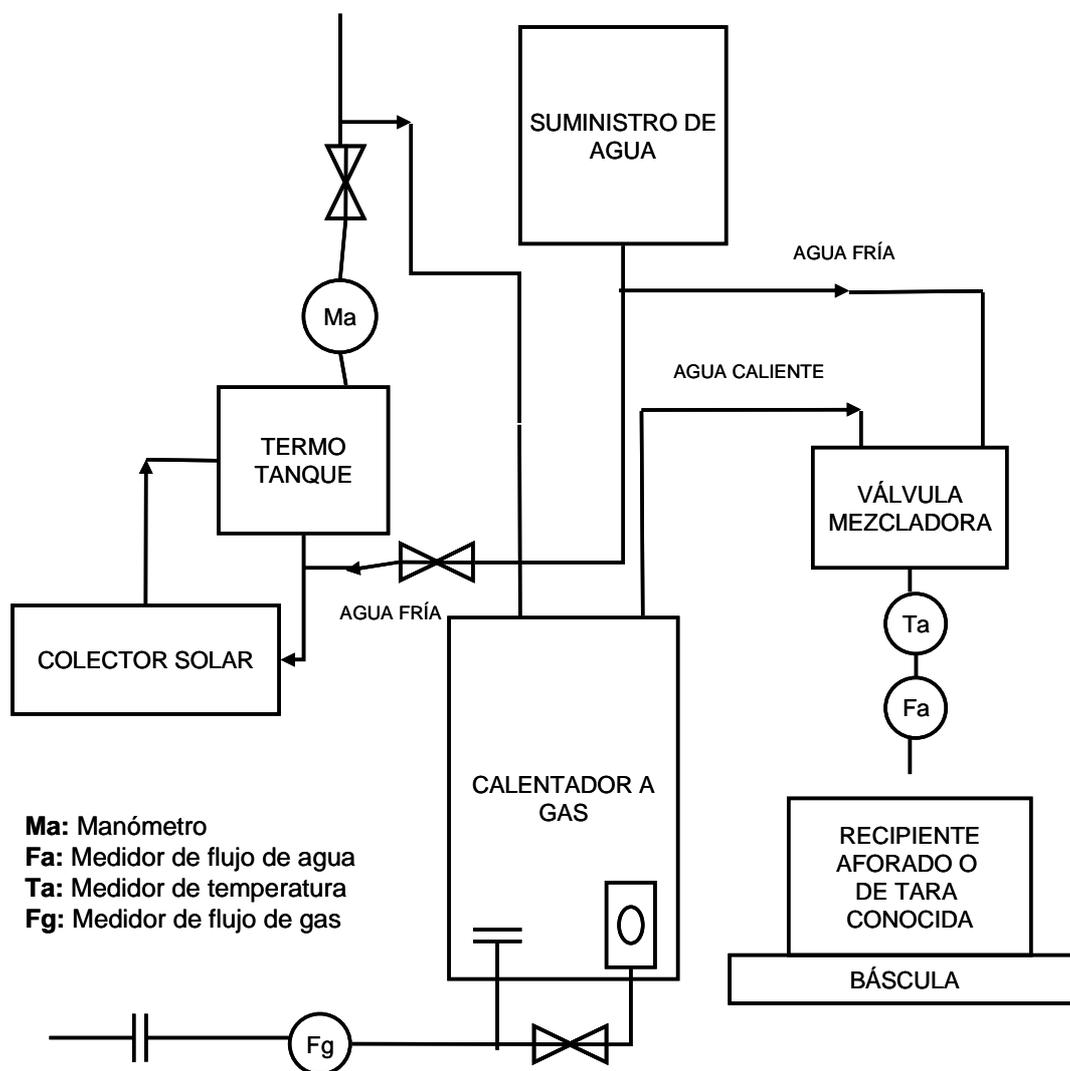


Figura 12: Esquema de instalación para medir el consumo de gas de un sistema, con calentador solar y calentador de gas integrados

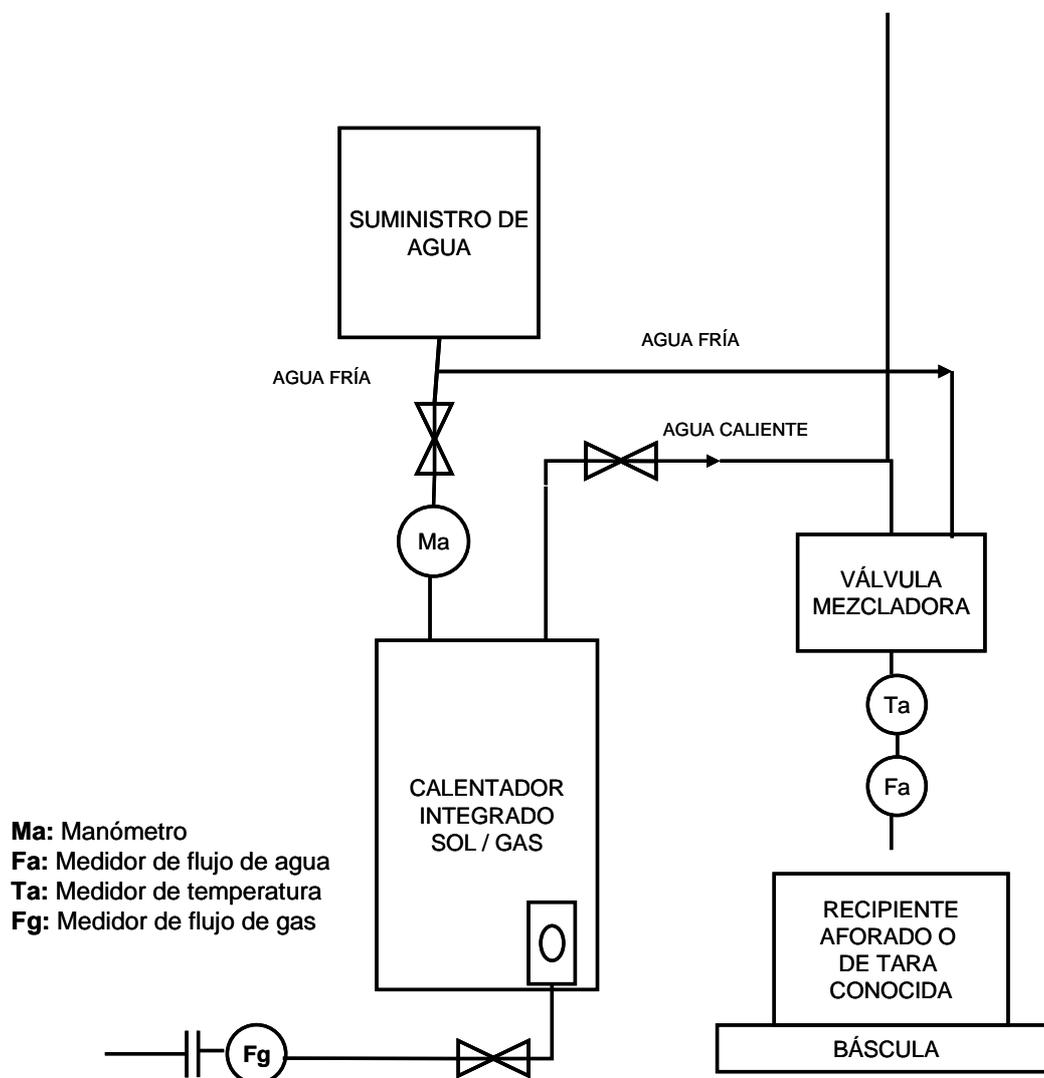
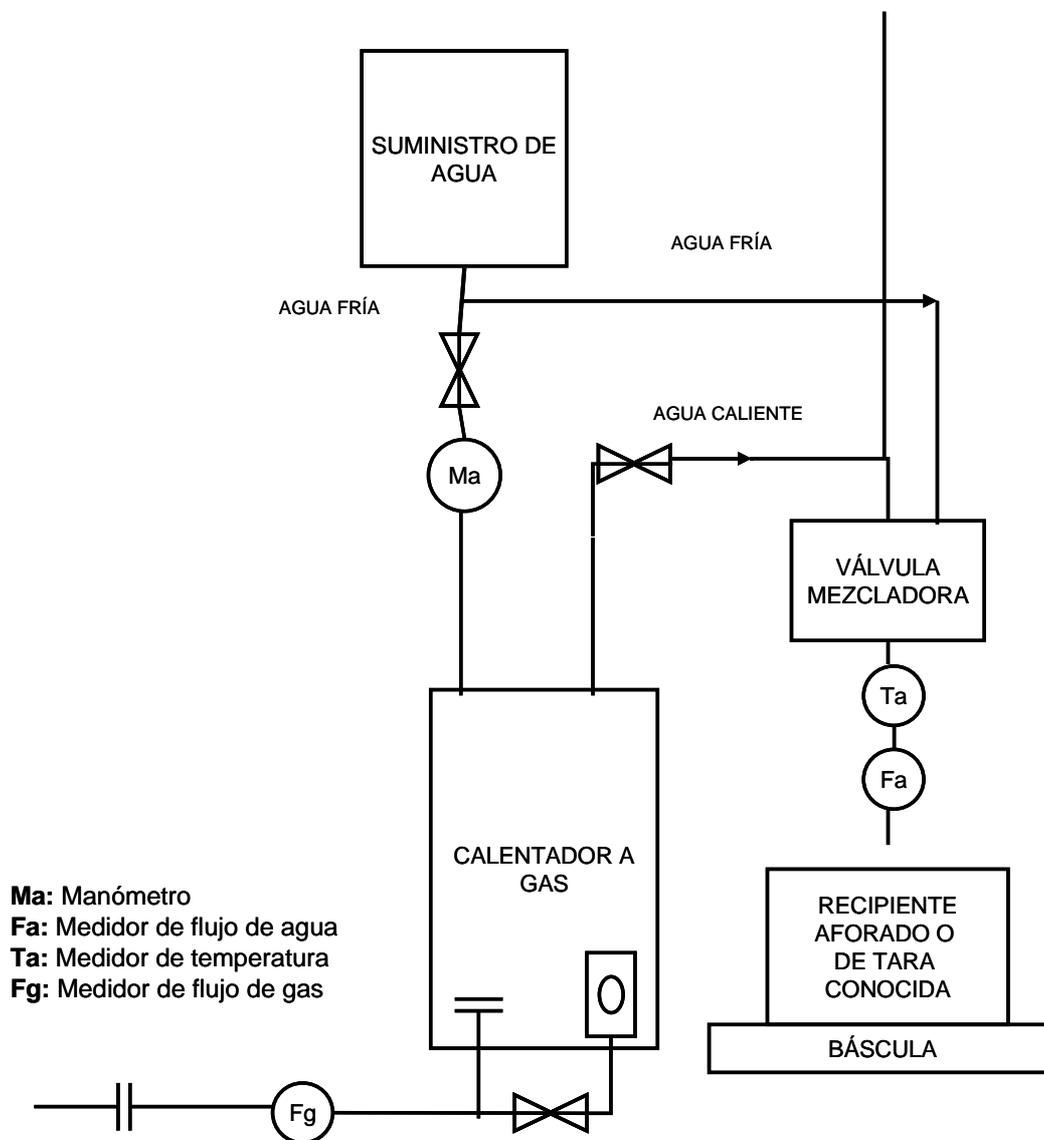


Figura 13: Esquema de instalación para medir el consumo de gas del calentador de referencia



**APÉNDICE 2
INFORME DE PRUEBAS**

1. Características generales del calentador solar de agua a evaluar.

1.1. Cuadro para calentadores solares de agua de tubos de vacío

Empresa / Fabricante	
Domicilio	
Modelo del colector:	
Modelo del termotanque	
Año de producción	
Número de tubos	
Dimensiones externas de los tubos	
Tipo de termotanque y acabado externo	
Tipo de sistema	
Dimensiones externas del termotanque	
Volumen de agua caliente para servicio (L)	
Temperatura de salida	
Fecha de entrega de la muestra	
Fecha de inicio	
Fecha de fin	

1.2. Fotografías del calentador solar de agua instalado en el laboratorio de pruebas

--	--

1.3. Cuadro para calentadores solares de agua con colector plano

Empresa / Fabricante	
Domicilio	
Modelo del colector:	
Modelo del termotanque	
Año de producción	
Dimensiones externas del colector (mm)	
Material del marco	
Material de cubierta y espesor (mm)	
Material del enrejado	
No de aletas y ancho de aleta (mm)	
Material de aleta y calibre (mm)	
Tipo de unión aleta-tubo	
Tipo de termotanque y acabado externo	
Tipo de sistema	
Dimensiones externas del termotanque	
Volumen de agua caliente para servicio (L)	
Temperatura de salida	
Entrega de la muestra	
Fecha de inicio	
Fecha de fin	

1.4. Fotografías del calentador solar de agua instalado en el laboratorio de pruebas

--	--

2. Reporte de la secuencia de los métodos de prueba y resumen de resultados

Método de prueba	Fecha		Resultado	Apartado del documento
	Inicio	Final		
Pruebas de funcionalidad				
Exposición				8.1
Resistencia a alta temperatura				8.2
Choque térmico externo				8.3
Choque térmico interno				8.4
Penetración de lluvias				8.5
Resistencia a la presión positiva				8.6
Resistencia al sobrecalentamiento				8.7
Resistencia a la presión hidrostática				8.8
Resistencia al impacto				8.10
Para determinar el ahorro de gas				8.11
Para determinar el rendimiento térmico				8.12
Capacidad del termostanque				8.13
Durabilidad				
Resistencia a las heladas.				8.9

4. Método de resistencia a alta temperatura

4.1. Condiciones de prueba

Parámetro	Valor
Irradiancia solar global en plano de colector, G en W/m^2	
Temperatura del aire circundante, t_a , en $^{\circ}C$	
Temperatura ambiente media durante la prueba en $^{\circ}C$	
Velocidad del aire circundante en m/s	
Ángulo de inclinación del colector (grados sobre la horizontal)	
Duración de la prueba en min	

4.2. Resultados de la prueba

¿Presentó fallo grave? En caso afirmativo descríballo.

En caso de que el calentador solar de agua evaluado sea de tubos de vacío, especifique donde se colocó el sensor y anexe una fotografía.

4.3. Observaciones

5. Método de prueba de choque térmico externo

5.1. Condiciones de prueba

- ¿Este método combinado con algún otro método de prueba? _____
- Especifique con cuales: _____

Parámetro	Valor
Irradiancia solar global en plano de colector, G en W/m^2	
Irradiación global diaria en el plano de colector, H en MJ/m^2	
Temperatura promedio del aire circundante, t_a , en $^{\circ}C$?	
Período en el que se mantuvieron las condiciones de operación requeridas antes del choque térmico externo en h	
Caudal del rociado de agua en L/s	
Duración del rociado de agua en min	
Temperatura del rociado de agua en $^{\circ}C$	

5.2. Resultados de la prueba

¿Presentó algún fallo grave?. En caso afirmativo describalo.

5.3. Fotografías de los daños del calentador solar de agua

--	--

5.4. Observaciones

6. Método de prueba de choque térmico interno

6.1. Condiciones de prueba

- ¿Este método combinado con algún otro método de prueba? _____
- Especifique con cuales: _____

Parámetro	Valor
Irradiancia solar global en plano de colector, G en W/m^2	
Irradiación global diaria en el plano de colector, H en MJ/m^2	
Temperatura promedio del aire circundante, t_a , en $^{\circ}C$?	
Período en el que se mantuvieron las condiciones de operación requeridas antes del choque térmico interno en h	
Caudal del agua en L/s	
Duración de la circulación de agua en min	
Temperatura del agua en $^{\circ}C$	

6.2. Resultados de la prueba

¿Presentó algún fallo grave?. En caso afirmativo descríbalo.

6.3. Fotografías de los daños del calentador solar de agua

--	--

6.4. Observaciones

7. Método de prueba de penetración de lluvia

7.1. Condiciones de prueba

Parámetro	Valor
Temperatura del colector en °C	
Flujo de agua de rociado en L/s	
Temperatura del agua de rociado en °C	
Duración de la prueba (tiempo de rociado) en min	

7.2. Resultados de la prueba

El calentador solar presentó algún fallo grave? En caso afirmativo descríballo.

7.3. Fotografías de los daños del calentador solar de agua

--	--

7.4. Observaciones

8. Método de prueba de resistencia a la presión positiva

8.1. Condiciones del prueba

Parámetro	Valor
Máxima presión de prueba en bar	
Presión positiva permisible en bar	

8.2. Resultados de la prueba

¿Presentó fallo grave? En caso afirmativo descríballo.

8.3. Fotografías de los daños del calentador solar de agua

--	--

8.4. Observaciones

9. Método de prueba de resistencia al sobrecalentamiento

9.1. Condiciones de prueba

Parámetro	Valor
Radiación solar en MJ/m ²	
Temperatura de ambiente en °C	
Tiempo de operación del calentador solar de agua en h	

9.2. Resultados de la prueba

¿Presentó fallo grave? En caso afirmativo descríballo.

9.3. Fotografías de los daños del calentador solar de agua

--	--

9.4. Observaciones

10. Método de prueba de resistencia a la presión hidrostática

10.1. Condiciones de prueba

Parámetro	Valor
Temperatura ambiente inicial en °C	
Temperatura ambiente final en °C	

10.2. Resultados de la prueba

- Aparición de pruebas _____
- Indicar en donde _____
- Aparición de deformaciones _____
- Indicar en donde _____

Calentador Solar de Agua	Hora de inicio	Presión inicial (bar)	Hora de finalización	Presión Final (bar)	Valor de la caída de presión

10.3. Fotografías de los daños del calentador solar de agua

--	--

10.4. Observaciones

11. Método de prueba de resistencia al impacto

11.1. Condiciones de prueba

Parámetro	Valor
Diámetro de la bola en mm	
Masa de la bola en g	
Velocidad de la bola en m/s	

11.2. Resultados de la prueba

Altura del impacto (cm)	Número de impactos	Presentó fallo grave	Descripción

11.3. Fotografía de los daños del calentador solar de agua

--	--

11.4. Observaciones

12. Método de prueba para determinar el rendimiento térmico

Resultados:

Calor útil por día solar de 8 horas MJ	Calor útil en 24 hrs MJ	Calor útil al año en 8 horas MJ	Calor útil al año en 24 horas MJ
Templado	Templado	Templado	Templado

El método de cálculo y los datos climatológicos de la zona templada para calcular este valor están establecidos en la NMX-ES-004-NORMEX-2010 y en su etiquetado.

13. Inspección final

13.1 Resultados

Se evalúan los problemas potenciales según la siguiente escala:

- 0 Ningún problema
- 1 Problema menor
- 2 Problema grave

Componente del sistema	Problema Potencial	Evaluación
Carcasa del colector	Fisuración/ corrosión/ penetración	
Montaje estructuras	Tensión/ seguridad	
Sellos	Fisuración/ adhesión/ elasticidad	
Cubierta	Fisuración/ pandeo/ delaminación/ emanación de gases	
Recubrimiento del colector	Fisuración/ tendencia/ formación de ampollas	
Tubos del absorbedor y colectores	Deformación/ corrosión/ fugas/ pérdida de unión	
Montaje	Deformación/ corrosión	
Aislamiento	Retención de agua/ emanación de gases/ degradación	