



Manual para el docente sobre la evaluación del Estándar de Competencia Laboral EC0473

Instalación del Sistema de Calentamiento Solar de Agua por Circulación Forzada con termotanque



El Comité de Gestión por Competencias de Energía Renovable y Eficiencia Energética agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ se realizó bajo el marco del “Programa de Energía Sustentable en México” el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión delCENCER y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Edición y Supervisión: Ana Patricia Villaseñor Escalona
Autor: Salvador González González
Diseño: GIZ Mexico
Fotos: Cortesía de Módulo Solar y CENCER

Impreso en México

Centro Nacional de Capacitación en Energías Renovables
Mar del Néctar Mz. 116 Lt. 5 Col. El Triángulo. Del. Tláhuac. C.P. 13460
México, D.F.
www.cencer.org.mx

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

Oficina de Representación de la GIZ en México
Torre Hemicor, Piso 11
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, México, D.F.
T +5255 55 3623 44
F+52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de / www.gtz.de/mexico

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	5
1 Escenarios de trabajo real o escenario simulado.....	6
1.1 Escenario real	6
1.2 Escenario simulado	7
2 Lineamientos para llevar a cabo la evaluación práctica del candidato y reactivos de conocimiento.	11
2.1 El Centro de docencia deberá contar con equipo de protección personal para prestarle al instalador.	11
3 Check list del sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.	18
4 Check list de materiales para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.....	19
5 Check list de herramienta para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.....	20
Anexo 1	21
Bibliografía	22

Lista de Figuras

Figura 1: Croquis de área para instalación de colectores	12
Figura 2: Isométrico de levantamiento técnico.....	12
Figura 3: Diagrama de funcionamiento de SCSACF.....	15

Lista de Tablas

Tabla 1: Check list del sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada	18
Tabla 2: Check list de materiales para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.	19
Tabla 3: Check list de herramienta para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada	20

Listado de Abreviaturas

CENCER	Centro Nacional de Capacitación en Energías Renovables
EC	Estándar de Competencia
EE	Eficiencia Energética
ER	Energía Renovable
SCSACF	Sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada
SENER	Secretaría de Energía

Resumen Ejecutivo

Antecedentes

Debido a la creciente demanda de personal con mano de obra calificada para realizar instalaciones de calidad en los Sistemas de Calentamiento Solar de Agua por Circulación Forzada, es necesario crear la documentación que permita realizar la docencia de dicha instalación, para así promover la instalación de éstos sistemas para contribuir a abatir los altos costos de calentamiento con hidrocarburos y dejar de emitir estos contaminantes.

Objetivo y Alcance

Este documento pretende ser una guía para todo aquél que pretenda evaluar la instalación de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua por Circulación forzada con Termotanque con base en la certificación del Estándar de Competencia EC0473.

Metodología

Este documento se realizó en base a la experiencia en la instalación de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua por Circulación forzada con Termotanque.

Estructura del documento: Este documento contiene 5 capítulos, los cuáles hablen en resumen, de los elementos con los cuales debe contar tanto el centro de evaluación como los evaluadores del Estándar de Competencia Laboral EC0473 Instalación del Sistema de Calentamiento Solar de Agua por Circulación Forzada con termotanque.

Resultados Clave

Si se siguen los lineamientos de éste documento, tanto el centro de evaluación como los evaluadores, podrán llevar a cabo sin contratiempos y de manera segura, la evaluación en el Estándar de Competencia Laboral EC0473 Instalación del Sistema de Calentamiento Solar de Agua por Circulación Forzada con termotanque.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda seguir las indicaciones de esta guía de evaluación, para que sea lo más fidedigna posible y con ello obtener una evaluación que verdaderamente refleje los conocimientos, habilidades, valores, desempeños y productos de los evaluados.

1 Escenarios de trabajo real o escenario simulado.

En un escenario real, la prueba se realiza en la azotea y el cuarto de máquinas que tiene el lugar en el que se está realizando la instalación de un sistema de calentamiento solar por circulación forzada.

Los escenarios de simulación descritos a continuación son aplicables bajo la consideración principal de que la solución de evaluación debe reunir los requisitos de equipamiento y espacios mínimos para realizar la parte práctica del curso y la evaluación de la competencia laboral.

1.1 Escenario real

Una empresa, institución o domicilio privado en el que quieren instalar un sistema de calentamiento solar por circulación forzada para obtener un ahorro energético.

Se requieren los mismos elementos que se analizan en el levantamiento técnico descrito en el Módulo I del curso para instaladores:

1. Azotea.- Lugar donde se ubicarán los colectores solares.

2. Cuarto de máquinas

En caso de que no exista un cuarto especial para maquinaria y tableros eléctricos, se deben localizar los elementos de presurización y suministro eléctrico e hidráulico que alimentarán el sistema solar; éstos elementos son:

2.1. Hidroneumático o acometida de agua fría de la red.

2.2. Tablero o centro de carga para energizar la bomba recirculadora y el control diferencial.

2.3. Sistema de calentamiento de respaldo. Puede ser un solo calentador, un arreglo de calentadores, una caldera con termotanque de recirculación o un sistema de calentamiento por intercambiador de calor.

2.4. Lugar en el que se puede ubicar el termotanque para el sistema solar. Considerar las dimensiones, posición del termotanque, canalizaciones y accesorios de seguridad.

2.5. Lugar para ubicar el gabinete con el control diferencial de temperatura y el contactor-arrancador de la bomba de recirculación del sistema solar.

3. Recorrido hidráulico y de señal.- Zona por donde pasará la tubería hidráulica y la canalización del cable de señal entre los colectores y el termotanque del sistema solar.

En éste recorrido, debe existir una trayectoria viable, que no ponga en riesgo las instalaciones existentes, ni sea problemática para el trabajo del instalador.

Es importante considerar las siguientes trayectorias:

3.1. Trayectoria hidráulica de alimentación del suministro de agua fría de la red hacia el termotanque.

3.2. Trayectoria de la línea de alimentación del termotanque a los colectores.

3.3. Trayectoria de retorno de los colectores hacia el termotanque

3.4. Trayectoria de señalización entre el sensor de los colectores y el control diferencial de temperatura.

3.5. Trayectoria de señalización entre el sensor del termotanque y el control diferencial de temperatura.

3.6. Trayectoria de energía eléctrica del control diferencial hacia la bomba de recirculación del sistema solar.

3.7. Trayectoria de energía eléctrica del centro de carga hacia el control diferencial de temperatura.

1.2 Escenario simulado

El centro de docencia deberá contar con los elementos mínimos de equipamiento, instalaciones previas y espacio para llevar a cabo una práctica de cada actividad señalada en el estándar.

Este espacio deberá permitir desarrollar una evaluación según lo requiere el criterio de evaluación, es decir:

- Si se evalúa un desempeño.- El espacio debe permitir que el equipo de trabajo pueda realizar la actividad libremente y con seguridad, y que el evaluador pueda vigilar detalladamente la ejecución del instalador de manera individual, tanto como al grupo completo de trabajo, derivado de que el nivel 3 del estándar de competencia declara que el instalador debe delegar responsabilidades para algunas de las actividades requeridas en la instalación de un SCSACF.
- Si se evalúa un producto.- Los insumos y el espacio deben permitir que el evaluador

revise el resultado final, el cual depende de que el instalador y su equipo de trabajo cuenten con todos los insumos para un producto final satisfactorio.

- Para las actitudes, hábitos y valores, se repite la necesidad de espacio, insumos y herramienta para que el evaluador pueda observar el comportamiento individual y en equipo del instalador.
- Si se evalúan conocimientos, el centro de evaluación deberá contar con un lugar donde cada instalador y su equipo de trabajo puedan realizar cómodamente y sin interrupciones, una prueba escrita.

Aún evaluando en simulación, se requieren los mismos elementos que se analizan en el levantamiento técnico descrito en el Módulo I del curso para instaladores:

1. Azotea.- Lugar donde se ubicarán los colectores solares. Una simulación puede describir un espacio como “La azotea” aún sin realmente subir a la losa. Basta con indicarle al instalador que analice el espacio como el lugar para ubicar los colectores.

El escenario puede incluir objetos de riesgo, sombreado, acometidas hidráulicas y eléctricas, éstas pueden ser simuladas, pero solo en nivel de análisis de planos, cuando se requiere corroborar presión de trabajo y tensión de la red, es necesario que el instalador tenga un lugar en el que pueda verificar estas lecturas.

2. Cuarto de máquinas.- De la misma forma en que se puede simular una azotea, el instalador puede recibir la indicación de analizar el siguiente espacio como el cuarto de máquinas. Sin embargo, es importante que en la práctica, cuente con la interacción de los elementos de una situación real:

2.1. Hidroneumático o acometida de agua fría de la red. En el escenario, basta una bomba presurizadora o un tanque elevado.

2.2. Tablero o centro de carga para energizar la bomba recirculadora y el control diferencial. En el escenario, basta un centro de carga con espacio para una protección termomagnética que sea el lugar de donde el instalador energice los elementos eléctricos del SCSACF.

2.3. Sistema de calentamiento de respaldo. Puede ser un solo calentador, un arreglo de calentadores, una caldera con termotanque de recirculación o un sistema de calentamiento por intercambiador de calor. El escenario puede tener cualquier tipo de calentador de respaldo, desde un boiler hasta una caldera, e incluso éste elemento puede no ser funcional, sino solo de escenografía, la evaluación a la interconexión con el sistema de respaldo no requiere probar su funcionamiento, pues un buen bypass y la instrumentación de medición permite probar el sistema solar de manera independiente.

2.4. Lugar en el que se puede ubicar el termotanque para el sistema solar. Considerar las dimensiones, posición del termotanque, canalizaciones y accesorios de seguridad.

El escenario requiere un termotanque, no importa la marca, tamaño, ni el modelo. Se recomienda que ya se encuentre aislado, o que pueda aislarse con elementos de trabajo muy rápido (Funda prefabricada o capas de aislante que solo requieran superponerse y fijarse con broches, velcro o playo).

2.5. Lugar para ubicar el gabinete con el control diferencial de temperatura y el contactor-arrancador de la bomba de recirculación del sistema solar.

Basta un gabinete de 60 x 60 x 30 y el lugar para fijarlo.

El control diferencial y el contactor deben ser funcionales.

3. Recorrido hidráulico y de señal.- Zona por donde pasará la tubería hidráulica y la canalización del cable de señal entre los colectores y el termotanque del sistema solar.

El escenario puede contar con una maqueta en el que se analice una trayectoria viable, que no ponga en riesgo las instalaciones existentes, ni sea problemática para el trabajo del instalador. Pero al realizar la instalación, debe existir una trayectoria y material para realizarla, aunque sea muy corta.

Es importante analizar las siguientes trayectorias:

3.1. Trayectoria hidráulica de alimentación del suministro de agua fría de la red hacia el termotanque.

3.2. Trayectoria de la línea de alimentación del termotanque a los colectores.

3.3. Trayectoria de retorno de los colectores hacia el termotanque

3.4. Trayectoria de señalización entre el sensor de los colectores y el control diferencial de temperatura.

3.5. Trayectoria de señalización entre el sensor del termotanque y el control diferencial de temperatura.

3.6. Trayectoria de energía eléctrica del control diferencial hacia la bomba de recirculación del sistema solar.

3.7. Trayectoria de energía eléctrica del centro de carga hacia el control diferencial de temperatura.

2 Lineamientos para llevar a cabo la evaluación práctica del candidato y reactivos de conocimiento.

2.1 El Centro de docencia deberá contar con equipo de protección personal para prestarle al instalador.

Se recomienda que se solicite al instalador traer equipo propio, sin embargo, el centro debe prever que no todos puedan llevarlo o no dispongan de él.

El caso de las botas de seguridad es muy especial, y se recomienda no prestar calzado. En caso de hacerlo, deberá implementarse un protocolo obligatorio de desinfección del calzado para evitar riesgos médicos.

El equipo de protección personal mínimo está definido en el estándar:

- Calzado de seguridad.- Botas con suela antiderrapante y casquillo.
- Guantes antiderrapantes.
- Gafas de protección ajustables.- Se recomienda que tengan protección UV.
- Casco con barbiquejo.
- Chaleco con reflejantes.- También puede contar con reflejantes en la misma ropa de uso.
- Ropa de manga larga.
- Arnés con línea de vida con amortiguador.- Para trabajo en alturas.

Cuando se simula la presencia del instalador en la azotea, dicha consideración debe analizar el equipo de seguridad para trabajar en alturas, es decir, el arnés con línea de vida. No puede relajarse el análisis porque las condiciones de simulación sean de riesgo.

Cuando se usa un escenario real, la seguridad debe ser prioridad uno en todo el proceso, tanto el de docencia como el de evaluación.

Se recomienda establecer un itinerario de actividades para realizarlas con el visto bueno del encargado o responsable del lugar, y que cada actividad se realice en un ambiente controlado. De preferencia, el capacitador y el evaluador ya deben contar con conocimiento previo de lo que el instalador va a encontrar, leer en instrumentos o reportar.

Mientras menos sorpresas existan, mayor seguridad durante la docencia y evaluación.

Reactivos de Conocimiento.-

Se deben considerar los siguientes temas:

Interpretación de dibujos isométricos y planos hidráulicos para la instalación del SCSACF.

1.1 Realizar un croquis y un isométrico sencillo del levantamiento técnico de la instalación.

Se pretende algo así:

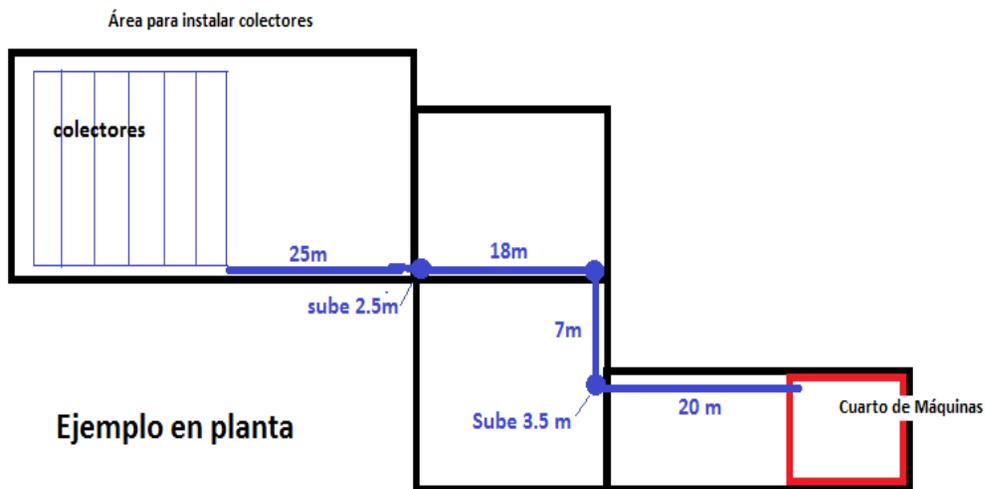


Figura 1: Croquis de área para instalación de colectores

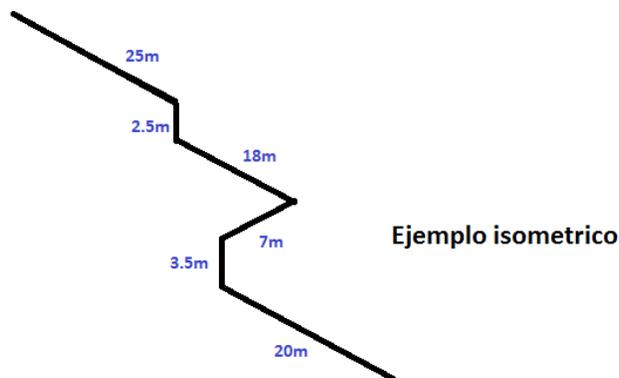


Figura 2: Isométrico de levantamiento técnico

- Condiciones climáticas que influyen en la instalación.

1.2 ¿Qué tipos de energía componen a la radiación solar?

- a) Energía luminosa, calorífica y otras gamas invisibles
- b) Eléctrica
- c) Rayos alfa, beta, gama y omega.

1.3 ¿Cuándo es difusa la radiación solar?

- a) Cuando pasa a través de un cristal coloreado
- b) Antes de las 6:00 a.m. y después de la 7:00 p.m.
- c) Cuando existe algún objeto que obstaculiza la llegada directa de la radiación solar

1.4 ¿Cuándo es directa la radiación solar?

- a) Cuando pasa a través de un cristal claro
- b) Cuando no existe algún objeto que obstaculice la llegada directa de la radiación solar
- c) Entre 6:00 a.m. y 7:00 p.m.

1.5 ¿Qué tipo de radiación solar requiere el SCSACF?

- a) Directa
- b) Difusa
- c) Depende del horario y la nubosidad

1. Función de la bitácora de trabajo.

1.1 Enliste los datos más importantes que debe llevar una bitácora de trabajo.

La lista debe contener:

- Nombre de la instalación.
- Fecha de levantamiento / Fecha de inicio de obra
- Nombre del responsable de la empresa instaladora.
- Nombre del responsable por parte del cliente
- Cantidad y tipo de colectores
- Volumen del termotanque
- Presión de trabajo

- Tensión eléctrica de la red
 - Ubicación de colectores
 - Ubicación del termotanque
 - Trayectoria estimada
 - Nombre y firma de quien registra los datos.
 - Número de certificación CONOCER en el EC0473.
2. Tipos de materiales de tubería y su aislamiento para instalar un SCSACF
- 2.1 ¿Qué materiales se recomiendan para interconectar hidráulicamente el campo de colectores? Se busca la respuesta de cobre aislado. Puede ser pex-al-pex.
- 2.2 Qué materiales se utilizan en las trayectorias hidráulicas.
Se busca una respuesta de pex-al-pexóppr.
3. Equipo de seguridad personal
Enliste el EPP mínimo para realizar la instalación de un SCSACF
La lista debe contener:
- Calzado de seguridad.- Botas con suela antiderrapante y casquillo.
 - Guantes antiderrapantes.
 - Gafas de protección ajustables.- Se recomienda que tengan protección UV.
 - Casco con barbiquejo.
 - Chaleco con reflejantes.- También puede contar con reflejantes en la misma ropa de uso.
 - Ropa de manga larga.
 - Arnés con línea de vida con amortiguador
4. Tipos de unión entre tuberías y conexiones.
- 4.1 ¿Qué insumos requiere para soldar cobre?
Soldadura 95/5 más 50/50, Gas y pasta para soldar
- 4.2 ¿Qué técnica utiliza para unir PPR?
Termofusión.
- 4.3 Enliste otras tres técnicas de interconexión y en qué materiales las ocupa.
La lista puede contener soldadura con acetileno para metales; soldadura eléctrica para herrería; conexiones rápidas con ponchado para el PEX; pegamento sintético para el CPVC; tarraja para roscar tuberías metálicas.
5. Tipo de herramienta para instalaciones de SCSACF

5.1 Enliste la herramienta de uso general en un SCSACF

La lista deberá contener: desarmadores, martillo, pinzas mecánicas, pinzas de corte, steelson, pinzas de presión, perico, llaves españolas, juego de dados con matraca, soplete, cerillos o encendedor, termofusora, tijeras para cortar PPR o CPVC, segueta con arco, taladro con brocas de metal y de concreto, multímetro con amperímetro de gancho y termómetro.

6. Tipos de soporte y componentes de sujeción

6.1 Enliste elementos para fijar tubería a una pared

Se pueden encontrar fijaciones con abrazaderas de uña, abrazaderas omega, segmentos transversales de riel unicanal.

6.2 Enliste elementos para fijar tubería horizontal

Se pueden encontrar fijaciones con tirantes al techo con abrazaderas omega (peras), segmentos verticales de riel unicanal, obra civil (pollos).

6.3 Qué materiales conoce para impermeabilizar una fijación en losa.

Neopreno, sika, silicón, vulcan, etc.

7. Tipos de instrumentación y seguridad

7.1 ¿Qué instrumentos conoce para medir el desempeño de un sistema?

Se deben enlistar al menos: Termómetro, manómetro. Pueden estar instrumentos para medir irradiación (insolarímetros), amperímetro de gancho.

8. Principios básicos para el funcionamiento de los SCSACF

Dibuje el funcionamiento básico de un sistema de circulación forzada.

Se debe encontrar algo así:



Figura 3: Diagrama de funcionamiento de SCSACF

9. Tipos de arreglos hidráulicos de los componentes del SCSACF

Dibuje un arreglo de 3 colectores en serie

Dibuje un arreglo de 3 colectores en paralelo.

10. Tipos de protección anticongelamiento

Enliste dos medios de protección anticongelamiento para un SCSACF en México.
Podemos encontrar en la lista: Válvulas anticongelamiento, el control diferencial arranca al censar temperaturas menores a 3°C, usar fluidos anticongelantes. Incluso podemos encontrar como técnica válida el drenado de los equipos.

11. Prueba hidrostática

¿Qué es una prueba hidrostática?

Es presurizar el sistema y analizar si existen fugas o si alguna interconexión presenta problemas.

12. Protocolo general de corrección de fugas

1. Cerrar las líneas de carga y descarga del sistema
2. Desconectar la tuerca unión más cercana
3. Reparar la fuga
4. Volver a presurizar por bloques permitiendo la purga del sistema
5. Analizar que no haya más fugas.

13. Funcionamiento de los diferentes tipos de válvulas utilizadas en el SCSACF

13.1. ¿Cuál es la función de una válvula check?

- a) Permite el paso del agua en una sola dirección
- b) Permite el paso del agua en ambos sentidos
- c) No permite el paso del agua en ningún sentido a menos que se abra manualmente

13.2 ¿Cuál es la función de una válvula eliminadora de aire?

- a) Libera el aire del sistema permitiendo un poco de salida de agua
- b) Libera el aire del sistema sin permitir salida de agua
- c) Purga al sistema evacuando un poco de agua

13.3 ¿Dónde se instala la válvula de seguridad en un SCSACF?

- a) Antes de la bomba
- b) En el termotanque
- c) En la línea de carga de agua fría de la red al termotanque

13.4. ¿Cuál es la función de la válvula de paso tipo esfera?

- a) Permite el paso del agua en una sola dirección
- b) Sólo permite el paso de agua caliente
- c) Corta el paso del agua

13.5 La función de una válvula de corte antes de cada banco de colectores

- a) Liberar el aire acumulado en sistema.
- b) Ayuda a desplazar el aire por la tubería para sacarlo por los servicios
- c) Permite dar mantenimiento a un banco aislando y minimizando el drenado de todos los colectores

13.6 La función de un bypass

- a) Desviar el recorrido del agua mediante el uso de válvulas de corte
- b) Evitar el paso del agua caliente
- c) Modificar el volumen del agua

14. Lectura de Instrumentos de medición

14.1 Si en un horario de insolación el termómetro del termotanque registra una temperatura mucho menor a la que el control diferencial tiene como set point:

- a) El sistema está trabajando correctamente
- b) Debe analizarse el uso del agua por el cliente
- c) El sistema está trabajando incorrectamente

14.2 Si el manómetro marca una presión superior a la de trabajo del termotanque:

- a) No tomo acción y espero a que la presión baje
- b) Apago el sistema y reenciendo cuando la presión baje
- c) Apago el sistema y aviso de inmediato al supervisor

15. Situaciones Emergentes

15.1 Describa la línea de acción que usted sigue si se presenta una fuga o desperfecto en el equipo termosolar

- 1. Parar el sistema
- 2. Cerrar llaves de seccionamiento
- 3. Protocolo de reparaciones
- 4. Reportar al responsable
- 5. Registro en bitácora

3 Check list del sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.

Check Box	Cantidad	Descripción	Observaciones
-----------	----------	-------------	---------------

Colectores solares			
		Plano o de Tubos evacuados	
		Marca	
		Modelo	
		Certificación	
		Largo x Ancho	

Termotanque			
		Volumen	
		Base	
		Marca	
		Modelo	
		Presión de trabajo	
		Dimensiones (altura, longitud y diámetro)	
		Cuenta con aislamiento de fábrica	

Control diferencial			
		Marca	
		Modelo	
		Número de sensores (al menos deben venir dos)	
		Dimensiones (largo, alto y ancho para ubicar en gabinete)	
		Manual de funcionamiento y programación	

Bomba de recirculación forzada			
		Marca	
		Modelo	
		Caudal (gal o litros por min)	
		Potencia	
		Plano de bornes	
		Número de fases requeridas	
		Parámetros de trabajo (amperaje y voltaje)	
		Temperatura máxima del fluido	

Tabla 1: Check list del sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada

4 Check list de materiales para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.

Check Box	Cantidad	Descripción	Observaciones
-----------	----------	-------------	---------------

Azotea			
		Tubería hidráulica (material y diámetros)	
		Conexiones (material y diámetros)	
		Aislamiento	
		Insumos de soldadura e interconexión, pasta, soldadura	
		Válvulas de corte para cada banco	
		Válvulas de purga para cada banco	
		Válvulas de seguridad para cada banco	
		Herrería para base, tramos, placas, electrodos	
		Obra civil (cemento, arena, grava)	

Trayectorias			
		Tubería hidráulica (material y diámetros)	
		Conexiones (material y diámetros)	
		Aislamiento	
		Obra civil	
		Canalización de señal (Conduit)	
		Cable de señal (calibre y número de hilos)	
		Fijaciones para trayectorias	
		Juntas de expansión o excedente para "U's" de expansión	

Cuarto de máquinas			
		Tablero	
		Contactador	
		Cable para energizar bomba	
		Cable de señal de contactor a control	
		Cable de energía de contactor a bomba	
		Manual de funcionamiento y programación	
		Aislamiento de termotanque	
		Válvula de seguridad y liberadora de aire de termotanque	
		Válvulas de corte para termotanque y circuitos primario	
		Válvulas para bypass y circuito secundario	
		Instrumentación de termotanque (manómetro y termómetro)	

Tabla 2: Check list de materiales para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.

5 Check list de herramienta para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.

Check Box	Cantidad	Descripción	Observaciones
-----------	----------	-------------	---------------

Azotea			
		Tubería hidráulica (material y diámetros)	
		Conexiones (material y diámetros)	
		Aislamiento	
		Insumos de soldadura e interconexión, pasta, soldadura	
		Válvulas de corte para cada banco	
		Válvulas de purga para cada banco	
		Válvulas de seguridad para cada banco	
		Herrería para base, tramos, placas, electrodos	
		Obra civil (cemento, arena, grava)	

Trayectorias			
		Tubería hidráulica (material y diámetros)	
		Conexiones (material y diámetros)	
		Aislamiento	
		Obra civil	
		Canalización de señal (Conduit)	
		Cable de señal (calibre y número de hilos)	
		Fijaciones para trayectorias	
		Juntas de expansión o excedente para "U's" de expansión	

Cuarto de máquinas			
		Tablero	
		Contactador	
		Cable para energizar bomba	
		Cable de señal de contactor a control	
		Cable de energía de contactor a bomba	
		Manual de funcionamiento y programación	
		Aislamiento de termotanque	
		Válvula de seguridad y liberadora de aire de termotanque	
		Válvulas de corte para termotanque y circuitos primario	
		Válvulas para bypass y circuito secundario	
		Instrumentación de termotanque (manómetro y termómetro)	

Tabla 3: Check list de herramienta para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada

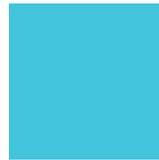
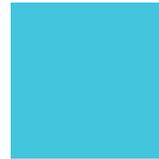
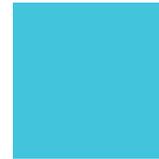
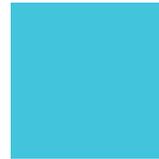
Anexo 1

Archivo Excel con tres pestañas:

- Check list del sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada
- Check list de materiales para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada.
- Check list de herramienta para instalar el sistema de calentamiento solar de agua por circulación forzada

Bibliografía

- Estándar de Competencia Laboral EC0473 “EC0473 Instalación del Sistema de Calentamiento Solar de Agua por Circulación Forzada con Termotanque”.
<http://www.conocer.gob.mx/index.php/estandaresdecompetencia>
- Norma NMX-E-224.
- Norma NMX-E-226.
- Norma ASTM F-441
- Norma UNE EN 105



© Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. del Valle
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico