



Energía
Secretaría de Energía

CONUEE

CONSEJO NACIONAL PARA EL
uso RACIONAL DE LA ENERGÍA

Iniciativas para el Aprovechamiento Térmico Solar y de la Eficiencia Energética en el Sector Servicios Balance 2007–2023



**Coordinación de Gestión
de la Eficiencia Energética**

Abril 2025



Energía
Secretaría de Energía

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL
BON USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA



Abril de 2025

Directorio

Francisco Javier García Osorio

Coordinador de Gestión de la Eficiencia Energética

Diana Verónica Noriega Navarrete

Directora de Grandes Usuarios de la Energía

Jorge Andrés Soriano Muñoz

Subdirector de Eficiencia en Pequeños Usuarios

Brenda Estefanía Maldonado Abundis

Jefa de Departamento de Eficiencia en Pequeños Usuarios

Luis Eduardo Flores Sánchez

Profesional Dictaminador de Servicios Especializados





Contenido

Acrónimos y siglas.....	5
Resumen ejecutivo	7
Introducción.....	9
Consideraciones iniciales.....	11
Programas anteriores.....	19
a) Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (Procalsol) (de 2007 a 2012).....	21
b) Iniciativa de transformación y fortalecimiento del mercado de calentadores solares de agua (de 2009 a 2016)	25
c) Mecanismo Financiero Piloto (MFP) en la península de Yucatán (de 2017 a 2019).....	30
d) Iniciativa Calor Solar (de 2015 a 2023)	34
Líneas de acción al presente.....	38
Campaña de sensibilización.....	39
Marco regulatorio.....	40
Certificación y formación profesional.....	42
Esquemas de financiamiento	43



Tecnología, investigación y desarrollo aplicado.....	44
Acciones a corto, mediano y largo plazo, sobre calentamiento solar de agua .	48
Reflexiones finales: ¿qué debemos dejar de hacer?	50
Referencias	52
Glosario	54
Índice de figuras.....	56
Índice de tablas	56
Índice de gráficos.....	57
Anexos	58
Anexo 1. Líneas de acción específicas, tomadas del Procalsol	58
Anexo 2. Líneas de acción específicas, tomadas de la Iniciativa del PNUD	60
Anexo 3. Otros programas	64
Anexo 4. Líneas de acción específicas del MFP en la península de Yucatán	67
Anexo 5. Líneas de acción con objetivo particular, tomadas de la Iniciativa Calor Solar	71



Acrónimos y siglas

ACS: Agua caliente sanitaria

CSA: Calentamiento solar de agua

Conae: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

Conuee: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

EE: Eficiencia energética

Mbdglpe: Miles de barriles diarios de gas licuado de petróleo equivalente

MFP: Mecanismo Financiero Piloto

MRV: Monitoreo, reporte y verificación

NOM: Norma Oficial Mexicana

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

SCSA: Sistema de calentamiento solar de agua

SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público

Sener: Secretaría de Energía



Sedatu: Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano

TCCA: Tasa de crecimiento compuesto anual



Resumen ejecutivo

En este documento se presenta un análisis cualitativo y cuantitativo de los programas y las iniciativas para el aprovechamiento térmico solar y la eficiencia energética (EE) en el sector servicios en México, que cubre de 2007 a 2023. Todos ellos se diseñaron y promovieron desde la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee) y algunos organismos de cooperación, y su objetivo principal fue fomentar la adopción de tecnologías solares para calentar agua sanitaria.

Por lo anterior, el presente documento tiene como objetivo dar a conocer el panorama integral del calentamiento solar de agua (CSA) en México, para lo cual se exponen desde los logros alcanzados hasta las proyecciones futuras. Además, en este se trata la importancia estratégica de la EE en la implementación de proyectos, y se destaca el impacto positivo de esta en el ámbito ambiental y en el económico.

Los programas y las iniciativas implementados han tenido impacto en los sectores residencial y de servicios. Sin embargo, tanto en este último como en el industrial, hay potencial considerable por desarrollar. En cuanto al sector servicios, en muchas instalaciones —como restaurantes, centros comerciales, hospitales y gimnasios— todavía no se han adoptado tecnologías de aprovechamiento térmico solar, las cuales representan una gran oportunidad para reducir costos operativos y emisiones contaminantes, y aportan beneficios asociados a la sustitución de



combustibles. Por su parte, el sector industrial, que incluye fábricas y plantas de procesos, también muestra potencial para integrar a su operación sistemas de calentamiento solar de agua, de manera aislada o para precalentamiento.

Para continuar desarrollando la tecnología solar, se debería impulsar, mediante la implementación de mejores prácticas de EE, evaluaciones técnicas precisas y programas de formación profesional. Además, es crucial diseñar soluciones específicas, "a la medida", que se adapten a las necesidades y las condiciones particulares de cada instalación, lo que permitirá maximizar los beneficios y la eficiencia de los sistemas operativos. Igualmente, es fundamental promover los casos de éxito locales y los testimonios de empresas que han adoptado esta tecnología, para crear confianza y demostrar su viabilidad.

Las lecciones aprendidas de los programas y las iniciativas de calentamiento solar de agua suman conocimiento para implementar nuevos, y sirven para proponer acciones a corto, mediano y largo plazo, que incluyen evitar ciertas prácticas.



Introducción

En México, el calentamiento solar de agua (CSA) se ha planteado desde perspectivas que permiten su desarrollo en diversos sectores, gracias a programas e iniciativas que facilitan la transición hacia el aprovechamiento sostenible de la energía. Estos programas, como se verá más adelante, surgen a partir de colaboraciones cuyo interés principal es desarrollar la tecnología de CSA en México.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee), antes Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), ha desempeñado un papel fundamental en la promoción y la potencialización de la tecnología de CSA, por medio de cuatro programas clave: Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (Procalsol) (2007-2012); Iniciativa para la Transformación y el Fortalecimiento del Mercado de Calentadores Solares de Agua, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2009-2016); Mecanismo Financiero Piloto en Yucatán (2017-2019), y Proyecto Calor Solar en el Sector Servicios (2015-2023). Con estos programas no sólo se ha impulsado la adopción del CSA, sino que también se ha elaborado documentación valiosa. También se han aprendido lecciones fundamentales para, a futuro, desarrollar proyectos de eficiencia energética (EE) y energía renovable.



La metodología empleada para elaborar este documento incluyó la revisión de estrategias, objetivos, metas y resultados de los programas implementados por la Conuee, lo cual permitió comprender los desafíos y las oportunidades asociadas a la adopción del CSA a lo largo del tiempo. Asimismo, se analizó la situación actual de la tecnología y sus aplicaciones, el potencial solar y la infraestructura instalada. Por último, se proponen acciones y actividades futuras para fortalecer su integración en México, y promover así su adopción continua y efectiva en el sector servicios y en otros.



Consideraciones iniciales

La energía solar se considera una energía primaria, ya que es un recurso energético captado directamente de la radiación solar y utilizado para calentar agua o generar electricidad, mediante el uso de calentadores solares y paneles fotovoltaicos, respectivamente (Sener, 2023a).

Entre las ventajas del calentamiento solar en México, se destacan su competitividad frente a otros combustibles —como el gas L.P., el gas natural, el combustóleo y la leña—, y su potencial de aprovechamiento del recurso solar. México tiene una irradiación media diaria de 5.5 kWh/m² (Conuee, 2019), potencial que da al país una posición privilegiada en comparación con otros del mundo (**ver figura 1**).

Figura 1. Irradiación solar horizontal global promedio (kWh/m²/día)



Fuente: NREL, 2024.

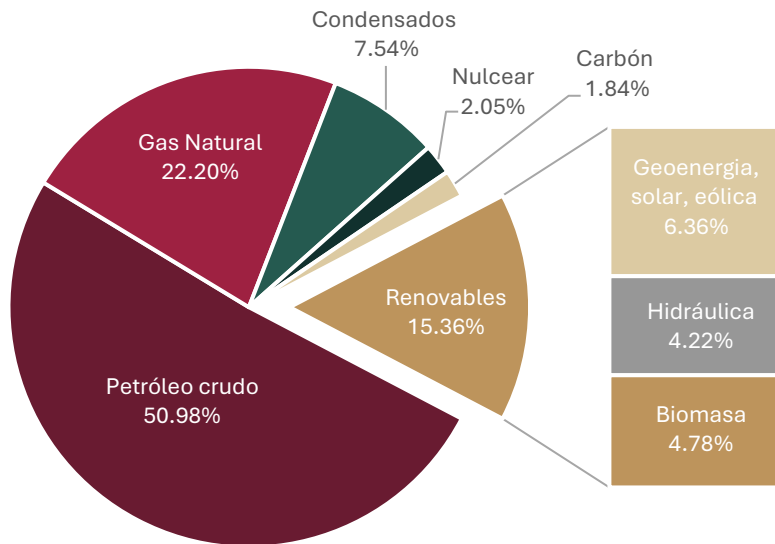


No obstante, el calentamiento solar, para posicionarse como una alternativa confiable y sustituir a los combustibles convencionales, debe abatir la demanda energética del sector servicios. Esta representa 50.4 miles de barriles diarios de gas licuado de petróleo equivalente (mbdglpe), de los cuales 84.4% es de gas L.P., y 15.6% de gas natural (Sener, 2023b).

De igual modo, se necesita tener más presencia en la producción de energía a escala nacional. Según el Balance Nacional de Energía 2022 (BNE), el calentamiento solar, junto con fuentes de geoenergía, energía eólica y otros recursos solares, tuvo una presencia en el país de 6.36% que, comparado con el resto de los combustibles, es una presencia casi nula. La distribución general se compuso, en primer lugar, de 50.98% de petróleo crudo; en segundo lugar, de 22.20% de gas natural, y, en tercer lugar, de 15.40% de energías renovables (**ver gráfico 1**) (Sener, 2023a).



Gráfico 1. Estructura de la producción de energía primaria en petajoules, 2022



Fuente: Sener, 2023a.

Pese a lo anterior, la tecnología de CSA tiene potencial para tener más presencia en la producción de energía primaria, especialmente en la producción de agua caliente sanitaria (ACS), recurso esencial de confort en la sociedad moderna. El ACS se obtiene por medio de dispositivos para calentar agua o aire, o para generar electricidad; sin embargo, en este documento, solamente se tratará el CSA.

El CSA se opera mediante calentadores solares de agua que, en su forma más básica, son dispositivos conformados por un colector solar para calentar agua y por un tanque térmico para almacenarla, que aprovechan la radiación solar como fuente de energía (NOM-027-ENER/SCFI-2018). Estos dispositivos se clasifican en dos tipos: colector solar plano y colector solar de tubos al vacío. A continuación,



en la **tabla 1**, se muestran las características de los sistemas de calentamiento solar de agua (SCSA) (Conuee, 2019).

Tabla 1. Características de los calentadores solares de agua (valores aproximados)

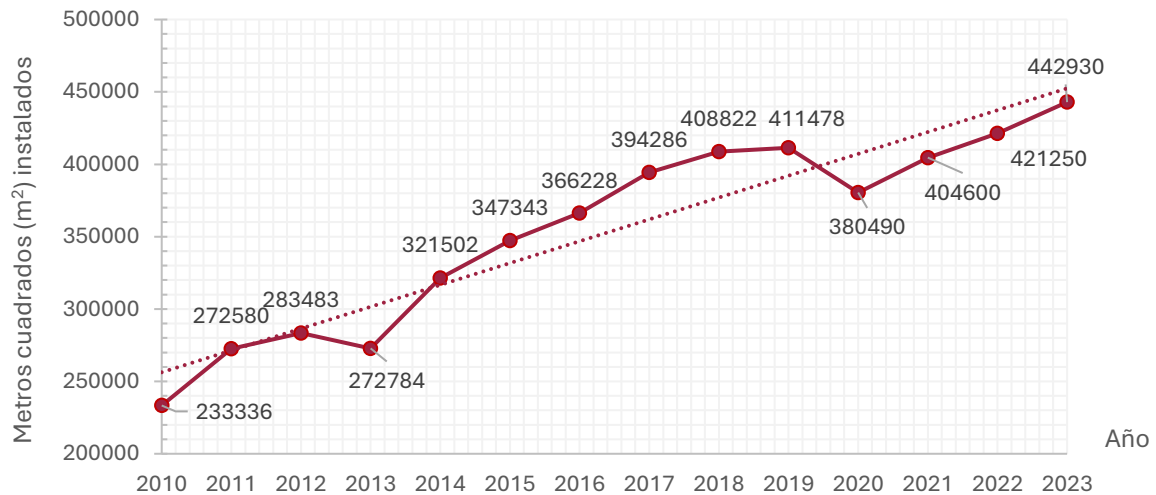
Tipología	Sistemas prefabricados			Sistemas a la medida		
	Colector plano	Tubos evacuados		Colector plano		Tubos evacuados
		Circulación directa	<i>Heat pipe</i>	Desnudo	Cubierto	<i>Heat pipe</i>
Presión de operación [kg/cm ²]	Hasta 10	0.5	Hasta 10	Hasta 6	Hasta 10	Hasta 10
Rango de temperaturas [C]	Hasta 80	Hasta 90	Hasta 90	Hasta 40	Hasta 100	Hasta 120
Usos principales	Residencial	Residencial	Residencial/comercial	Alberca	Comercial/industrial	Comercial/industrial

Fuente: Conuee, 2019.

La instalación de estos dispositivos solares en México ha evolucionado a lo largo del tiempo (**ver gráfico 2**), con una tasa de crecimiento compuesto anual (TCCA) de 5.05%, entre 2010 y 2023. Este crecimiento refleja que la adopción de la tecnología de CSA está aumentando, impulsada por el desarrollo de programas e incentivos que la han ubicado como una posibilidad para desarrollar proyectos (estos programas se detallan más adelante).



Gráfico 2. Metros cuadrados (m²) instalados de calentadores solares de agua de 2010 a 2023, en México

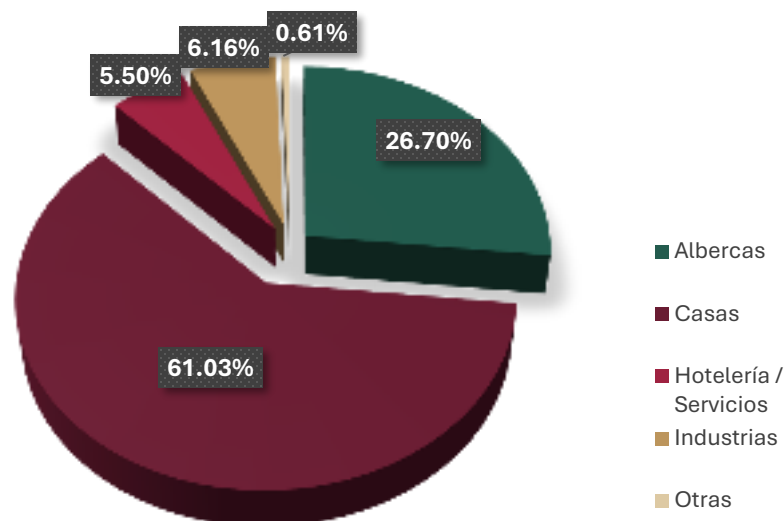


Fuente: Elaboración propia con información de Famerac, 2023.

Por lo anterior, es posible determinar que la instalación de la tecnología de CSA, a pesar de estar en crecimiento, no es igual en todos los sectores o las aplicaciones. En el **gráfico 3**, se observa a detalle la presencia de esta tecnología, y se destaca cómo se ha desarrollado especialmente en cuatro grandes rubros: albercas, casas, hotelería/servicios e industrias.



Gráfico 3. Aplicaciones de la tecnología de CSA en 2023

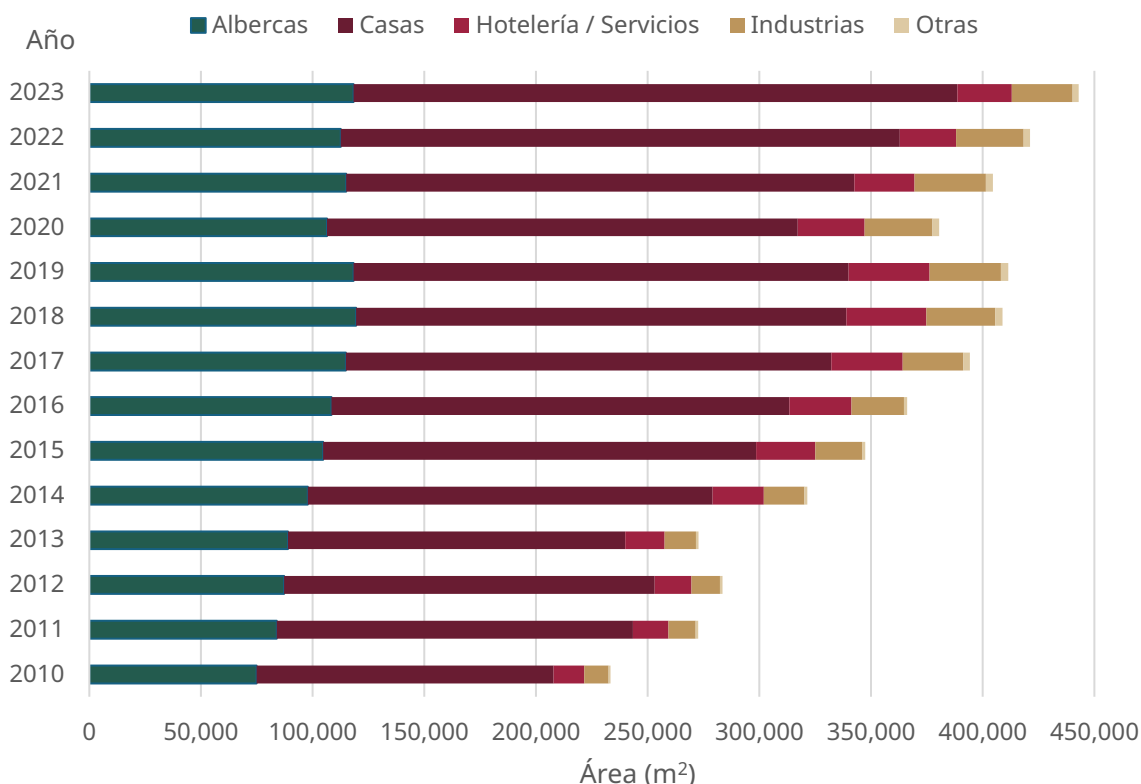


Fuente: Elaboración propia con información de Famerac, 2023.

Del mismo modo, estas aplicaciones se han desarrollado de manera creciente de 2010 a 2023 (**ver gráfico 4**); en especial, en el sector residencial han mostrado mayor crecimiento. Sin embargo, para maximizar el impacto de la tecnología de CSA, es decisivo considerar su expansión hacia otros sectores donde su potencial no ha sido plenamente aprovechado, como el sector servicios.



Gráfico 4. Instalación de la tecnología de CSA en metros cuadrados (m²), de 2010 a 2023



Fuente: Elaboración propia con información de Famerac, 2023.

Las tasas de crecimiento compuesto anual (TCCA) individuales, registradas entre 2010 y 2023 (**ver tabla 2**), reflejan la permanencia y evolución de las distintas aplicaciones de los sistemas de calentamiento solar de agua (SCSA). Estos valores evidencian la diversificación del uso de la tecnología, ofreciendo una oportunidad para fortalecer el mercado, mejorar la eficiencia energética y contribuir a la descarbonización del país.



Cabe destacar que un mayor porcentaje de crecimiento indica una adopción más acelerada de los equipos y sistemas de CSA en ese sector, como es el caso de las industrias, que presentan la tasa más alta (7.36%), seguidas por las casas (5.61%) y el sector hotelero y de servicios (4.45%). En contraste, sectores con tasas más bajas, como albercas (3.58%) y otras aplicaciones (1.90%), reflejan un menor dinamismo en la adopción de esta tecnología. En términos generales, el crecimiento promedio anual de los sistemas CSA ha sido del 5.05%, lo que sugiere un avance sostenido, aunque con variaciones según el segmento de aplicación.

Tabla 2. Tasa de crecimiento compuesto anual (TCCA) por aplicación, de 2010 a 2023

Aplicación	Albercas	Casas	Hotelería/ Servicios	Industrias	Otras	Total anual
TCCA	3.58%	5.61%	4.45%	7.36%	9.10%	5.05%

Fuente: Elaboración propia con información de Famerac, 2023.

Los programas de aprovechamiento del CSA de la Conuee se enfocaron en los sectores cuyo potencial de ahorro energético era mayor, pues se buscaba que estos funcionaran como proyectos piloto replicables en otros sectores. Es oportuno mencionar que, mientras mayor sea el consumo de energía térmica, mayores serán los impactos que generen estos programas. Esto se aplica tanto a los impactos positivos, como la reducción de costos y emisiones de carbono, como a los negativos, como los desafíos de implementación y adaptación tecnológica. A continuación, se exponen los objetivos, algunas metodologías, las líneas de acción y las lecciones aprendidas de estos programas de la Conuee.



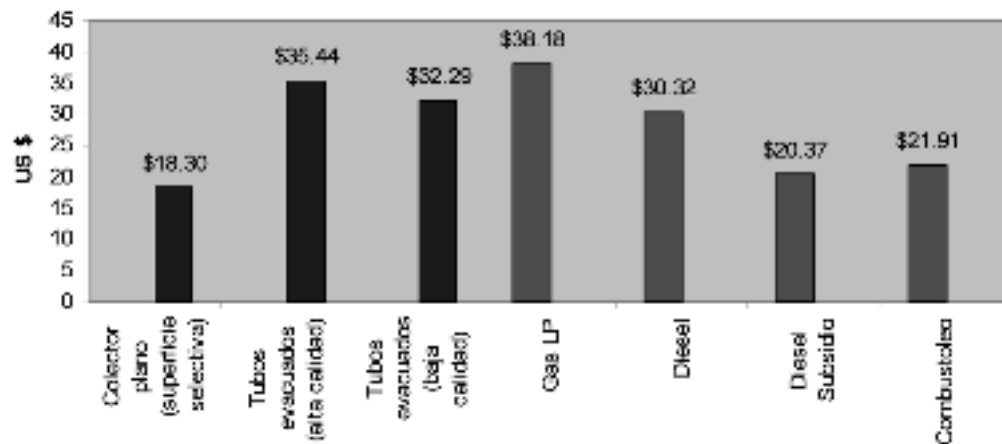
Programas anteriores

En México, los programas para aprovechar el CSA surgieron a partir de un decreto presidencial —“Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía”, publicado el 20 de septiembre de 1999, en el *Diario Oficial de la Federación*—, que asignó a la Conae la responsabilidad de "preparar los programas nacionales en materia de ahorro y uso eficiente de energía y el fomento del aprovechamiento de energías renovables, someterlos a la consideración y, en su caso, autorización de la Secretaría de Energía". Cabe destacar que, internacionalmente, ya se había comenzado a impulsar la instalación de SCSA, que alcanza alrededor de 164 millones de metros cuadrados (m²) instalados desde 2004.

Como punto de partida de los proyectos de energía solar para calentar agua o aire en México, se llevó a cabo un análisis comparativo entre los costos de la tecnología de CSA y los costos de los combustibles convencionales para realizar esta misma acción **(ver gráfico 5)**. Los costos considerados en este análisis se expresaron en dólares y fueron los necesarios para calentar 10 mil litros de agua a 50°C (Conuee, 2007).



Gráfico 5. Costo de calentar 10 mil litros de agua a 50°C, con diversas alternativas



Fuente: Conuee, 2007, p. 12.

Como se observa, el CSA representaba una alternativa competitiva económicamente, que podía implementarse en procesos cotidianos; por ello, se identificó su potencial en los sectores residencial, comercial, industrial y agropecuario, lo que dio origen al Procalsol en México.



a) Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (Procalsol) (de 2007 a 2012)

El Procalsol se diseñó para formalizar los programas de CSA en México, y sirvió como punto de referencia para desarrollar futuros programas, generar sinergia entre los actores involucrados y asegurar la calidad de los sistemas implementados, con el fin de fortalecer su adopción en el país.

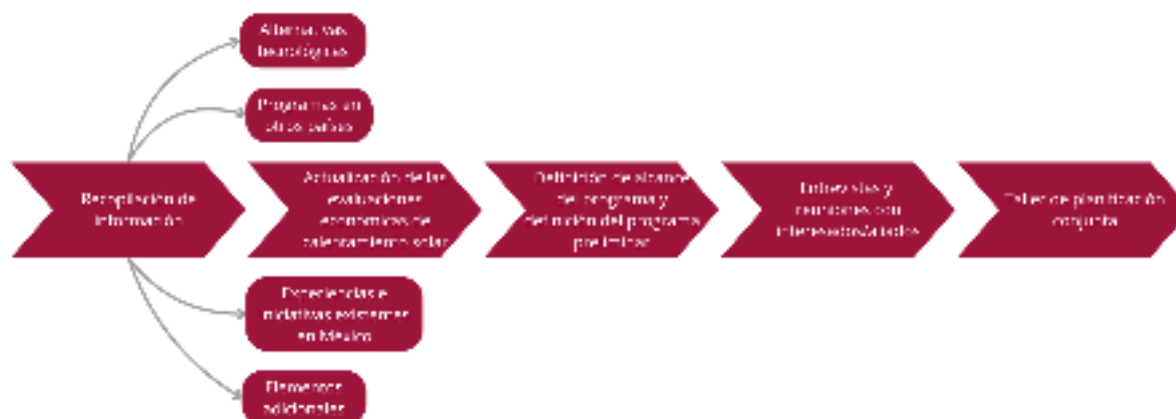
La meta global de 2012 fue instalar un millón ochocientos mil metros cuadrados (1,800,000 m²) de calentadores solares de agua. Para alcanzar esta ambiciosa meta, el Procalsol apoyó todas las aplicaciones del CSA y puso énfasis en aquellas con mayor rentabilidad, en los sectores mencionados. Los objetivos específicos de este programa fueron los siguientes:

- Impulsar el aprovechamiento del CSA, en los sectores residencial, comercial, industrial y agronegocios.
- Garantizar el crecimiento del mercado, priorizando la calidad de productos y servicios.
- Favorecer el desarrollo industrial nacional.
- Promover la adopción de tecnologías desarrolladas en centros de investigación nacionales.

La metodología de trabajo aplicada para orientar el programa y alcanzar estos objetivos y meta se presenta en la **figura 2**, en la que se destacan cinco elementos primordiales:



Figura 2. Metodología de trabajo empleada para el Procalsol



Fuente: Elaboración propia.

Habiéndose implementado el Procalsol para fortalecer los proyectos desarrollados en México, se establecieron líneas de acción, cada una con acciones específicas, diseñadas para superar las barreras identificadas:

1. Regulación
2. Incentivos económicos a usuarios
3. Fortalecimiento de la oferta
4. Información
5. Gestión

Para conocer las acciones específicas, **ver el anexo 1**.

En seguida, se presentan los resultados y las lecciones aprendidas del Procalsol, organizados de acuerdo con la línea de acción correspondiente:



1. **Regulación.** Elaborar normativas y estándares de calidad para los productos y servicios asociados al CSA es fundamental, pues así se asegura que el mercado sea confiable, es decir, se garantiza la seguridad, la calidad y la permanencia a los usuarios de la tecnología.
2. **Incentivos económicos a usuarios.** Establecer incentivos económicos, como subsidios o créditos fiscales, puede facilitar la adopción de calentadores solares de agua. Esto es especialmente relevante si se considera que los costos iniciales pueden ser una barrera significativa para los usuarios potenciales.
3. **Fortalecimiento de la oferta.** Adaptar estrategias de promoción y modelos de negocio según las realidades locales es importante. Esto incluye considerar factores como el clima, la cultura y las necesidades específicas de las comunidades.
4. **Información.** Promover y sensibilizar sobre los beneficios del CSA son acciones esenciales para aumentar su aceptación. Las campañas informativas ayudan a desmitificar la tecnología y resaltar sus ventajas económicas y ambientales.
5. **Gestión.** Implementar un sistema de monitoreo y evaluación permite medir el impacto del programa y ajustar las estrategias según sea necesario. La retroalimentación es vital para mejorar la efectividad de futuras iniciativas. Aunado a lo anterior, la colaboración entre diferentes entidades, como el



gobierno, es clave para lograr que se siga gestionando la tecnología de CSA y que esta permanencia se mantenga vigente.

Para concluir, con el Procalsol se establecieron acuerdos para introducir subsidios e incentivos fiscales que atrajeran mayor demanda, y para publicar normas voluntarias con la intención de hacerlas obligatorias en el futuro. Asimismo, mediante este se destacó la importancia de capacitar a instaladores y técnicos, ya que ello es crucial para garantizar la calidad de la instalación y el mantenimiento de los sistemas de CSA.



b) Iniciativa de transformación y fortalecimiento del mercado de calentadores solares de agua (de 2009 a 2016)

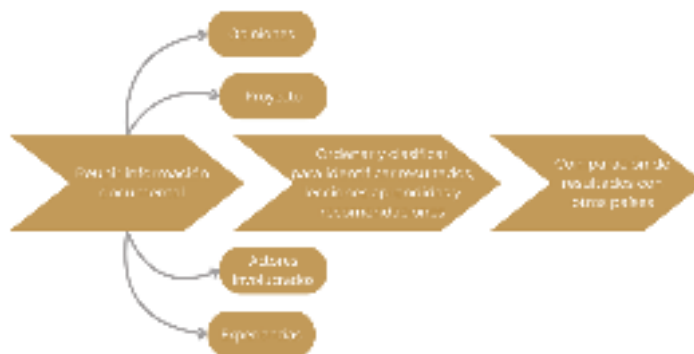
Paralelamente al Procalsol, en 2009 dio inicio la Iniciativa de Transformación y Fortalecimiento del Mercado de Calentadores Solares de Agua en México (Iniciativa), impulsada por el PNUD. Esta se centró en fortalecer y expandir el mercado de calentadores solares, mediante el establecimiento de esquemas de financiamiento atractivos y sensibilizando, promoviendo y difundiendo los beneficios de la tecnología de CSA. Los objetivos de esta iniciativa fueron:

- Acelerar y mantener el crecimiento del mercado de calentadores solares de agua en México.
- Documentar las experiencias y las lecciones aprendidas para promover que en otros países el crecimiento sea similar, y desarrollar iniciativas futuras para identificar nuevas áreas de aplicación del CSA.

Al ser un esfuerzo internacional, la iniciativa del PNUD contaba con recursos y experiencias de gran valor para desarrollar la tecnología de CSA en México, ya que estos provenían de países donde ya se había iniciado su implementación. La experiencia en Albania, Chile, India y Líbano resultó crucial para replicar los programas de aprovechamiento del CSA en otros lugares. Como parte de este proyecto, se desarrolló una metodología de sistematización **(ver figura 3)**.



Figura 3. Metodología de sistematización



Fuente: Elaboración propia.

Como parte de la Iniciativa, se establecieron líneas de acción, según las barreras y las necesidades identificadas:

- Apoyo al marco legal y regulatorio, para propiciar que el desarrollo del mercado de CSA sea sustentable.
- Difusión y concientización sobre el uso de calentadores solares de agua.
- Elaboración de esquemas de financiamiento que incentiven el crecimiento del mercado.
- Aseguramiento de la calidad de la cadena de valor.
- Monitoreo del mercado, así como intercambio de lecciones aprendidas y creación de redes de información.

Para conocer específicamente las líneas de acción, **ver anexo 2**.



Una vez concluida la Iniciativa, se obtuvieron resultados y hubo lecciones aprendidas por cada línea de acción. A continuación, estos se resumen:

1. **Marco legal y regulatorio.** Se destacó la necesidad de que las partes interesadas se comprometieran con la iniciativa, lo que llevó a establecer un marco legal y regulatorio sólido, respaldado por organismos e instituciones. Asimismo, se avanzó en la normalización para garantizar la calidad desde las primeras etapas del desarrollo del mercado. También se identificó la importancia de contar con una estrategia de comunicación permanente para fortalecer la implementación de la tecnología.
2. **Difusión y concientización.** Se determinó la necesidad de desarrollar campañas de sensibilización que resaltaran los beneficios cuantitativos y cualitativos del uso de la tecnología de CSA. Además, se promovió la creación de sitios web y redes de aprendizaje que permitieron ofrecer herramientas de asesoramiento continuo, compartir experiencias y difundir los resultados de programas o instituciones con trayectoria en este ámbito.
3. **Mecanismo financiero.** Se señaló la necesidad de diseñar esquemas de financiamiento que brindaran mayor soporte y redujeran la incertidumbre, considerando como incentivo los ahorros energéticos obtenidos en los proyectos. También se propuso y desarrolló un mecanismo financiero piloto que permitió documentar y evaluar las oportunidades para su implementación y escalabilidad.



4. **Certificación y control de calidad.** Se identificó la necesidad de realizar pruebas que garantizaran una enseñanza y un aprendizaje adecuados dentro del marco de los estándares de competencia (EC), así como homologar los criterios de certificación de estos estándares. La certificación de los instaladores de la tecnología de CSA fue un aspecto clave para asegurar la calidad de las instalaciones y su correcto funcionamiento. Asimismo, se establecieron mecanismos de verificación en la instalación, asegurando que los procesos y componentes cumplieran con las normas establecidas. Para los laboratorios, se promovió la colaboración interinstitucional para homologar criterios, establecer metodologías de estandarización y normalización, y definir procesos de certificación y pruebas que garantizaran la calidad y seguridad de la tecnología. Además, fue esencial conocer el mercado y las condiciones ambientales locales para una adecuada adaptación tecnológica.
5. **Monitoreo del mercado.** Se destacó la influencia de las políticas en el comportamiento del mercado. Además, como parte del fortalecimiento y expansión de este mercado, se consideró esencial que las universidades y los centros de investigación participaran replicando los documentos y la información general. Asimismo, se incentivó a los proveedores certificados a proporcionar información a los potenciales clientes para generar confianza, garantizar la calidad de los sistemas de calentamiento solar de agua (CSA) y, con ello, fomentar su adopción.



En conclusión, la Iniciativa centró sus esfuerzos en líneas de acción similares a las del **Procasol**, aunque obtuvo resultados diferenciados, principalmente en lo referente a la regulación y a la capacitación especializada. Entre estos resultados, destacan la publicación del “Anteproyecto NOM-027-ENER/SCFI-2016” —que entró en vigor el 1 de diciembre de 2019—, la promoción de certificaciones de instaladores conforme a los estándares EC0325 y EC0473, así como el establecimiento de acuerdos para dar seguimiento al monitoreo del mercado de SCSA. Este último fue uno de los resultados más relevantes, pues dio origen al **Mecanismo Financiero Piloto (MFP)**, proyecto que se mantuvo aproximadamente un año después del término de la Iniciativa. Este proyecto no fue un caso aislado, ya que también surgieron programas impulsados por otras dependencias y organizaciones, como **Hipoteca Verde**, del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit), y **Eco-Crédito Empresarial**, los cuales contribuyeron a expandir el mercado de calentadores solares en México (**ver anexo 3**).



c) Mecanismo Financiero Piloto (MFP) en la península de Yucatán (de 2017 a 2019)

El Mecanismo Financiero Piloto (MFP) nació a partir del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Pronase) 2014-2018, para destacar la necesidad de fortalecer los programas de uso de calentadores solares de agua, en los sectores de consumo final.

Por un lado, se identificó que el sector hotelero es clave para implementar la tecnología de CSA. Por otro, un análisis nacional reveló que, en Quintana Roo, Yucatán y Campeche (que conforman la península de Yucatán), está la mayor concentración de hoteles, que representa 9% de los establecimientos y 15% de las habitaciones a escala nacional.

Volviendo al MFP, este fue replicado a nivel nacional, adaptando su modelo según el sector en el que se desarrolló. En este contexto, el Mecanismo se centró en objetivos que dieron continuidad a la Iniciativa, tomando en cuenta las lecciones aprendidas. Al respecto, se establecieron los siguientes lineamientos:

- Fomentar el uso del CSA en el sector hotelero mexicano.
- Brindar certeza técnica sobre la tecnología de CSA a los actores del mercado.
- Capacitar, documentar y replicar el conocimiento técnico y las lecciones aprendidas en la instalación y operación de sistemas CSA.



- Implementar la expansión del programa a escala nacional, con el objetivo de aumentar la adopción de sistemas CSA en sectores con alto potencial de ahorro energético.

Para conocer las acciones específicas del MFP, **ver anexo 4**.

Para alcanzar los objetivos anteriores, se desarrolló una metodología que permitió homologar el proceso para implementar correctamente un proyecto de CSA (**ver figura 4**).

Figura 4. Metodología para implementar correctamente un proyecto de CSA



Fuente: Elaboración propia.

El MFP continuó con las líneas de acción de la Iniciativa, pero simplificadas y enfocadas en el sector hotelero:

1. Marco regulatorio
2. Difusión
3. Mecanismo financiero
4. Certificación y control de calidad
5. Monitoreo de la tecnología



Al igual que ocurrió con el Procalsol y con la Iniciativa, al término del MFP se establecieron las lecciones aprendidas por cada línea de acción, con el objetivo de documentarlas y compartirlas para la implementación de futuros proyectos. A continuación, se detallan estas:

1. **Marco regulatorio.** Se puntualizó que se requieren dos actores importantes: una dependencia, para dar acompañamiento y coordinar los programas, y actores del mercado, para mantener el nivel de desempeño y de innovación de la tecnología. Además, al implementar proyectos tecnológicos, es necesario que los usuarios identifiquen claramente qué quieren lograr.
2. **Difusión y concientización.** Se destacó la necesidad de compartir información actualizada, comprobable, clara, cuyo lenguaje sea apropiado. Además, se enfatizó la importancia del acompañamiento institucional y de tomar decisiones claras y precisas sobre los alcances y las necesidades. Los sitios web y las redes de aprendizaje continúan siendo herramientas esenciales.
3. **Mecanismo financiero.** Se señaló la necesidad de tener acceso a financiamiento dinámico y ágil, es decir, financiamiento *ad hoc*, con tasas de descuento o incentivos económicos. También se precisó que es fundamental asegurar la certeza técnica sobre el desempeño de los SCSA, para evaluar los riesgos inherentes al otorgamiento de financiamiento.



4. **Certificación y control de calidad.** Se estipuló que es necesario mantener la calidad del SCSA, mediante la capacitación del personal técnico que lo operará, la garantía del proveedor, la certificación de los instaladores. Con base en las lecciones aprendidas de la Iniciativa, se probaron estándares de competencia para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, con lo cual se contribuyó al cuidado de la calidad de la instalación y la operación de los SCSA.
5. **Monitoreo de la tecnología.** Se precisó que se debería realizar un proceso de monitoreo, reporte y verificación (MRV), con el fin de elaborar informes sobre el ahorro de combustibles y la medición de las reducciones de CO₂. Estos informes facilitarían hacer comparaciones y proporcionarían a las empresas atractivo comercial, así como una imagen de compromiso con el desarrollo sostenible.

El MFP en la península de Yucatán se diseñó con la intención de replicarse en otros sectores estratégicos y facilitar la aprobación y el otorgamiento de financiamientos que se pudieran invertir en proyectos de CSA. Este mecanismo se caracteriza, principalmente, por usar equipos y sistemas cuyo enfoque de EE es integral, ya que, antes de considerar la viabilidad de implementar la tecnología de CSA, se comienza por revisar el proceso de generación de agua caliente tradicional y por modificar hábitos o malas prácticas. A continuación, se presenta el último programa que la Conuee desarrolló al respecto.



d) Iniciativa Calor Solar (de 2015 a 2023)

Para 2016, la capacidad instalada de CSA aumentó aproximadamente 2.5 GW térmicos, lo que equivale a 3.54 millones de m² de calentadores solares (Famerac, 2023). La Iniciativa Calor Solar tuvo como objetivo principal incrementar la participación de las fuentes renovables en la oferta interna bruta de energía en México, para acelerar el aprovechamiento del calor solar de baja y media temperatura en los sectores relevantes de la economía nacional. Para lograr este objetivo general, se establecieron los siguientes objetivos particulares:

- Brindar asesoría técnica y financiera al sector servicios, para mejorar la EE del sistema térmico convencional, así como el dimensionamiento e instalación de SCSA.
- Evaluar técnicamente las medidas de EE del sistema térmico convencional y del dimensionamiento e instalación SCSA.
- Facilitar el acceso a esquemas de financiamiento con la garantía de la banca de desarrollo, para ejecutar los proyectos.
- Implementar el modelo de MRV en los sistemas térmicos, incluyendo los convencionales y los solares.
- Coadyuvar con el Sistema Mexicano de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad.
- Fortalecer y ampliar la formación de profesionales especializados en el diseño, la implantación y la operación de proyectos.



Para conocer las acciones específicas, **ver el anexo 5**.

Estos objetivos se enfocaron principalmente en integrar la EE en los procesos de calentamiento de agua, tomando como referencia las lecciones aprendidas. Para implementar la Iniciativa Calor Solar, se desarrolló una metodología (**ver figura 5**).

Figura 5. Metodología de la Iniciativa Calor Solar



Fuente: Elaboración propia.

Las líneas de acción se centraron en:

1. Marco legal y regulatorio
2. Capacidades técnicas y recursos humanos
3. Modelos de negocio y financiamiento
4. Demanda y promoción
5. Tecnología e investigación, y desarrollo aplicado

Las lecciones aprendidas de la Iniciativa Calor Solar se resumen a continuación:

1. **Marco legal y regulatorio.** Se señaló que es crucial asegurar un amplio conocimiento de las normas y las especificaciones técnicas necesarias para diseñar e instalar equipos y SCSA. La difusión y la capacitación sobre estas



normas son vitales para garantizar la calidad y la eficiencia de las instalaciones.

2. **Capacidades técnicas y recursos humanos.** Se identificó la necesidad de establecer conocimientos en mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. Las competencias técnicas son esenciales para asegurar que la operación de los sistemas sea eficiente y segura. El desarrollo de programas de formación continua y las certificaciones especializadas promueven mejores prácticas y permiten tener conocimiento detallado de la normatividad vigente.
3. **Modelos de negocio y financiamiento.** Se precisó que estos modelos mantienen un papel crucial en la implementación de la tecnología de CSA, y que deben promover esquemas de financiamiento accesibles y atractivos, incluyendo incentivos fiscales a corto plazo. Además, se señaló que se debería considerar los ahorros energéticos de los proyectos como garantía. La creación de alianzas estratégicas entre empresas, instituciones financieras y organismos gubernamentales es fundamental para estructurar proyectos atractivos y financieramente viables.
4. **Demanda y promoción.** Se estableció que es necesario promover la EE antes de implementar proyectos de tecnología de CSA. También se señaló que es necesario difundir las mejores prácticas al respecto, para aumentar la adopción de esta tecnología y asegurar su permanencia. Los medios efectivos para promoverla incluyen casos de éxito, talleres y seminarios,



materiales educativos y la colaboración con medios de comunicación y redes de aprendizaje.

5. **Tecnología, investigación y desarrollos aplicados.** Se estipuló que el proceso de MRV aporta información sobre el consumo y el ahorro de combustibles, así como sobre las reducciones de CO₂. Las tendencias en ese periodo incluyeron, por un lado, la digitalización, la investigación y el desarrollo, y por otro, las pruebas y las certificaciones.

Finalmente, la **Iniciativa Calor Solar** continuó con los esfuerzos de los proyectos anteriores y se desarrolló principalmente en el sector servicios, con un enfoque particular en hoteles. Para ello, integró los aprendizajes obtenidos de experiencias previas, aunque no logró expandirse a otros sectores como la industria.

Como parte de esta iniciativa, se creó una plataforma que **sirvió como mecanismo de coordinación** para la implementación y gestión de otros programas de CSA, facilitando su desarrollo y seguimiento. Sin embargo, con la conclusión de la **Iniciativa Calor Solar**, la plataforma también dejó de operar en 2023.



Líneas de acción al presente

Cada programa siguió líneas de acción, según las barreras o los objetivos del programa o la iniciativa. En el presente, para una transición efectiva, es fundamental identificar áreas de oportunidad que puedan facilitar y acelerar la adopción de la tecnología de CSA. En este contexto, se presentan algunas barreras actuales para tratar las líneas de acción:

- a) Falta de capacitación para asegurar la permanencia de proyectos de CSA.
- b) Falta de regulaciones y normativas que aseguren y normalicen la calidad en los SCSA.
- c) Ausencia de personal certificado para manejar equipos y SCSA.
- d) Creación de esquemas de financiamiento especializados, según el sector.
- e) Innovación y mejora continua de la tecnología de CSA en México.

En esta misma línea, se identificaron algunas áreas clave a considerar para avanzar hacia un uso generalizado de la tecnología de CSA:

- Predominante ausencia de medidas de EE en la instalación del sector servicios y en su proceso de generación de calor (equipos cuya vida útil ya ha sido superada, como resultado del uso intensivo).
- Desconocimiento del uso de normas y especificaciones técnicas para diseñar e instalar equipos y sistemas.



- Falta de capacitación del personal técnico encargado del proceso de generación de calor, así como de programas de mantenimiento predictivo (análisis de datos), preventivo y correctivo.
- Desarrolladores de proyectos a nivel local con poca experiencia probada, capacidades certificadas y ética.
- El valor de la intervención institucional no se ha considerado como un factor determinante para garantizar la certeza técnica en el desarrollo de los proyectos de CSA, lo que ha limitado su implementación y confiabilidad.
- El acceso a financiamiento adecuado para la compra, instalación y operación de equipos o sistemas con mayor eficiencia energética ha sido un desafío recurrente, dificultando la adopción de estas tecnologías.

Por lo anterior, se proponen algunas líneas de acción con base en las lecciones aprendidas de los programas anteriores y en las barreras identificadas, que funjan como cimientos para programas futuros.

Campaña de sensibilización

Como primera línea de acción, se debe considerar elaborar una campaña de sensibilización sobre EE, antes de implementar tecnologías alternativas. La razón es el gran potencial detectado al realizar un levantamiento de datos, cuando se desarrolla un proyecto de CSA.



Concientizar acerca del uso eficiente de la energía beneficia a las empresas, puesto que los recursos energéticos se aprovechan de mejor manera, a la vez que se contribuye a la sostenibilidad y se mantiene el confort y la calidad requeridos.

En anteriores programas, se concientizó sobre el uso del CSA como una alternativa aprovechable y accesible, y se destacaron sus beneficios, como mejorar la imagen de las organizaciones que lo usan, al contribuir a la descarbonización. Sin embargo, implementar estas tecnologías no significa que haya un ahorro directo, sino que solamente hay un ahorro económico, pues la demanda se sigue manteniendo y, por lo tanto, se siguen manteniendo las mismas prácticas.

En el sector servicios, un ejemplo claro es el aislamiento térmico de las tuberías que distribuyen agua caliente en los hoteles. Muchas veces, el cuarto de calderas está muy alejado de duchas, piscinas o donde se aproveche el ACS, lo que causa el aumento de la temperatura demandada, del consumo de combustible e, incluso, de otros recursos, como dinero o agua.

Marco regulatorio

En el caso del CSA en el sector servicios, la política energética en México se estableció con una visión de largo plazo, alineándose a los objetivos nacionales de sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono. La integración de la energía solar térmica en los planes de desarrollo energético y en las estrategias de eficiencia energética requirió una visión amplia y coordinada. Para ello, fue



necesaria la colaboración entre los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) y el sector privado.

En los programas anteriores de aprovechamiento del CSA, como Procasol y otros desarrollados en conjunto con instituciones de gobierno, se logró generar una dinámica favorable que permitió el seguimiento y sistematización de información técnica y documental relevante para el sector.

También fue crucial desarrollar un marco regulatorio claro y favorable para fomentar la inversión. Este esfuerzo estuvo acompañado de incentivos fiscales, subsidios y programas de financiamiento específicos para proyectos de energía solar térmica. Asimismo, la normalización se convirtió en un punto de referencia clave para la adopción de la tecnología CSA. No obstante, fue necesario continuar actualizando las normas y mejorando su adaptación al mercado.

Por ejemplo, en cuanto a la diferenciación y la separación de las normas según la tecnología de CSA utilizada (colector plano, tubo evacuado, *heat pipe* y plástico), se establecieron criterios específicos para su implementación en diversas aplicaciones dentro del sector servicios.

Crear normativas que incentiven el uso de energías renovables en construcciones nuevas, renovadas o ampliaciones de instalaciones del sector servicios puede acelerar la adopción de la tecnología de CSA. Ejemplo de ello es el Programa de Energía Solar en la Ciudad de México, con el cual se impulsa el uso de energía solar en beneficio de viviendas y empresas.



Certificación y formación profesional

Al igual que el marco regulatorio, los estándares de competencia promovidos y actualizados a lo largo del tiempo (EC0325 y EC0473) han dado seguridad y garantizado la calidad de las instalaciones de CSA. Sin embargo, se debe mantener vigilado el funcionamiento de estos estándares, puesto que, si bajan su calidad y se descuida el compromiso de los certificadores y certificados, los esfuerzos alcanzados podrían estar en riesgo, lo cual dañaría la credibilidad y calidad de los propios estándares.

Del mismo modo, se debe continuar capacitando al técnico y aumentar sus conocimientos para que se le siga considerando un experto en el ramo, en temas, por ejemplo, de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, o en diagnósticos energéticos —esto se reforzaría con campañas de sensibilización—. La formación continua permite que el recurso humano se mantenga actualizado sobre las últimas tecnologías y las mejores prácticas, lo cual aumenta la confianza de los consumidores y de las empresas que optan por este tipo de soluciones energéticas.

Por ello, se requiere implementar programas de certificación para instaladores, proveedores y personal de mantenimiento del sector servicios, que aseguren que las instalaciones se realizan correctamente, funcionan con EE y reciben el mantenimiento adecuado. Estos programas deben contar no sólo con una parte



teórica, sino además con una práctica, y elaborarse para que se puedan replicar y considerando el impacto local.

Esquemas de financiamiento

Una de las principales barreras para implementar proyectos, tanto de EE como de energía renovable, es la falta de capital económico. En el pasado, hubo esfuerzos para desarrollar esquemas de financiamiento accesibles y viables que permitieron implementar la tecnología de CSA.

Los esquemas actuales deben mantener características atractivas, como una baja tasa de interés fija, pagos accesibles, un listado de tecnologías o sistemas elegibles, o alguna bonificación —como diagnósticos energéticos que aseguren la certeza técnica y la calidad de la instalación—. Asimismo, estos se deben diseñar para un sector determinado y de la manera más específica posible, de modo que el resultado sean esquemas más accesibles y atractivos. Aunado a lo anterior, los esquemas de financiamiento se deben complementar con incentivos fiscales y subsidios que faciliten la inversión inicial y hagan aún más atractiva la adopción de la tecnología de CSA. Como se mencionó, la colaboración con instituciones financieras y la creación de programas específicos para apoyar a un sector aceleran la implementación de proyectos de energía solar térmica, que a su vez contribuyen a la competitividad y la sostenibilidad energética del sector.



Tecnología, investigación y desarrollo aplicado

Al igual que la Iniciativa Calor Solar, el proceso de MRV es de gran valor por la información que aporta sobre el consumo y el ahorro de combustibles, y las reducciones de CO₂; también lo es porque considera tendencias actuales, como la digitalización, la investigación y el desarrollo, las pruebas y las certificaciones de laboratorios, entre otras. Acerca de esto último, esta iniciativa propone la colaboración entre actores para supervisar, actualizar los dispositivos y asegurar su calidad.

En las organizaciones, la implementación de un sistema de gestión, basado en el ciclo de mejora continua, perfecciona el análisis del uso de la energía de la instalación y, en su caso, favorece la modificación de hábitos o malas prácticas, antes de considerar la viabilidad de implementar un SCSA.

Es importante mencionar que el proceso MRV contribuyó a la mejora continua de los sistemas implementados, asegurando la calidad y la permanencia de la tecnología de CSA. Cabe mencionar que no era necesario implementar por completo un sistema de gestión o certificarlo; más bien, el objetivo fue generar un cambio en la cultura empresarial y en los hábitos de consumo energético, a través de acciones planificadas con trazabilidad en los procesos. Se podía comenzar con la implementación de ciertos requisitos o ajustes organizacionales, sin que esto representara un obstáculo significativo para las organizaciones. En la **tabla 3**, se presentan las acciones específicas por cada línea de acción.



Tabla 3. Resumen de acciones por sector

Línea de acción	Acciones específicas	Sector
Campaña de sensibilización	Continuar con los esfuerzos de las campañas de sensibilización anteriores, con el fin de mantener la calidad y la seguridad en cada instalación. Implementar campañas educativas sobre EE. Difundir casos de éxito locales e internacionales. Organizar talleres y seminarios para capacitar a los usuarios y potenciales instaladores. Desarrollar materiales educativos en que se expliquen los beneficios y los procedimientos de instalación de los SCSA.	Servicios, industrial, vivienda
Marco regulatorio	Promover y aplicar el marco regulatorio vigente. Desarrollar una política energética alineada con los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono. Proporcionar incentivos fiscales para promover la adopción de los SCSA. Proporcionar subsidios gubernamentales para reducir el costo inicial de instalación de los SCSA. Establecer y actualizar normativas que obliguen a instalar SCSA en nuevos rubros, como construcciones y renovaciones. Implementar estándares de calidad para asegurar que los SCSA instalados sean eficientes y duraderos.	Servicios, industrial, vivienda



Certificación y formación profesional	Promover las certificaciones actuales, y mantener la credibilidad y la calidad de la formación que permite obtenerlas. Desarrollar programas de capacitación para técnicos, proveedores, instaladores y personal de mantenimiento, que se actualicen según las nuevas tendencias y buenas prácticas. Fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías nuevas, y mejorar las disponibles. Promover la innovación en el diseño y la fabricación de SCSA.	Servicios, industrial, vivienda
Esquemas de financiamiento	Continuar ofreciendo créditos y subsidios atractivos, que favorezcan la adopción de tecnologías de CSA. Crear esquemas de financiamiento según cada sector, es decir, lo más específico posible. Establecer colaboraciones con instituciones financieras, para desarrollar productos de crédito específicos para tecnologías solares. Desarrollar esquemas de micro financiamiento, para facilitar el acceso a SCSA a pequeñas empresas y hogares de bajos ingresos.	Servicios, industrial, vivienda
Tecnología, investigación y desarrollo aplicado	Monitorear regularmente los proyectos de CSA, para evaluar su desempeño y elaborar informes de resultados. Desarrollar indicadores clave para medir el impacto ambiental y económico de los SCSA instalados. Establecer mecanismos de retroalimentación, para mejorar continuamente programas y proyectos. Realizar cambios en la cultura empresarial de las organizaciones, para que el desempeño energético mejore.	Servicios, industrial, vivienda

Fuente: Elaboración propia.



En México, como se mostró, la tecnología de CSA está en crecimiento constante, por lo que es necesario educar a todos los involucrados en EE y seguridad, con respecto a esta. De este modo, se fomentaría una cultura de aprovechamiento de los recursos energéticos y se promoverían los beneficios del cumplimiento del marco regulatorio entre quienes implementan un sistema de aprovechamiento solar. Para continuar con los esfuerzos realizados en este ámbito, en el siguiente apartado se proponen acciones a corto, mediano y largo plazo.

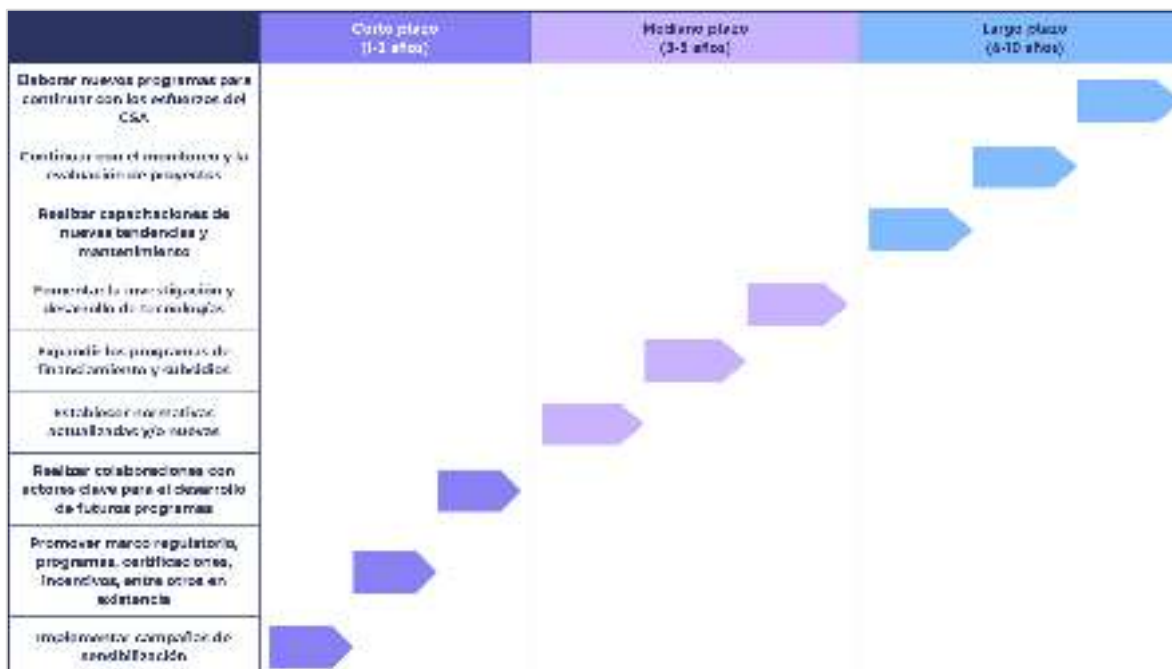


Acciones a corto, mediano y largo plazo, sobre calentamiento solar de agua

Las acciones propuestas a continuación son recomendaciones generales, hechas con base en los programas anteriores, por lo tanto, es necesario adecuarlas según el sector al que se dirijan. Estas se plasmaron en una hoja de ruta **(ver figura 6)**, no obstante, no son las únicas, sino que hay más, como la implementación de proyectos piloto o la creación de nuevas instituciones u organizaciones reguladoras y verificadoras de la tecnología de CSA. A pesar de que estas acciones no se mencionan en la hoja de ruta por fines prácticos, es importante considerarlas y analizarlas para complementar la hoja de ruta. Por este mismo motivo, no se menciona a los responsables de desarrollarlas; no obstante, para hacerlo, se recomienda buscar actores clave que aseguren que la implementación abarcará gran variedad de estrategias.



Figura 6. Hoja de ruta de las acciones a corto, mediano y largo plazo



Fuente: Elaboración propia.



Reflexiones finales: ¿qué debemos dejar de hacer?

Una vez detectadas qué acciones se deben considerar, se recomienda reflexionar acerca de qué es posible mejorar, preguntándose: ¿qué podemos dejar de hacer? Para responder, en seguida se presentan recomendaciones en cuanto al desarrollo de programas.

Perspectivas dispersas y descoordinadas. Evitar implementar iniciativas aisladas, sin una estrategia coordinada a escala nacional o local. Reducir la duplicación de esfuerzos, previendo que los recursos se utilicen de manera eficiente y en proyectos complementarios. Las acciones de los diferentes niveles de gobierno se deben alinear con las del sector privado, para lograr que su impacto sea significativo.

Dependencia exclusiva de incentivos financieros. Evitar concentrar todos los recursos para incentivar únicamente la adopción masiva del CSA. Es esencial revisar y ajustar los programas de subsidios que no tengan el impacto deseado, para asegurar que los incentivos sean efectivos y se centren en promover soluciones sostenibles y eficientes.



Comunicación técnica compleja. Evitar el uso excesivo de tecnicismos en las campañas de comunicación. En el sector servicios, la información debe ser accesible y comprensible para los tomadores de decisiones, y no sólo se debe centrar en aspectos técnicos, sino que debe ser práctica y relevante en cuanto a la instalación, el uso y el mantenimiento de los SCSA. Los usuarios necesitan saber cómo aplicar esta tecnología en contextos específicos.

Ignorar la dinámica del mercado. Evitar desestimar las preocupaciones y la retroalimentación de los usuarios finales. Es vital que las empresas del sector servicios adapten sus estrategias de implementación de la EE y el uso de la tecnología de CSA, basándose en experiencias y necesidades reales. Esto no sólo propiciará que la aceptación sea mayor, sino que también asegurará que las soluciones ofrecidas sean relevantes y efectivas en el contexto del mercado actual.



Referencias

Conuee. (2019). *Implementación de un mecanismo financiero piloto en la península de Yucatán, con factor de réplica nacional, para fomentar el uso de sistemas de calentamiento solar de agua en el sector servicios de México* [Documento no publicado]. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

Conuee. (2007). *Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (Procasol)*. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.
https://energypedia.info/images/6/63/Procasol_2009.pdf

Fabricantes Mexicanos en las Energías Renovables A.C. (Famerac). (2023). *Balance solar térmico 2023*. <https://www.famerac.org/>

Norma Oficial Mexicana NOM-027-ENER/SCFI-2018, Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares y de los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza como combustible gas L.P. o gas natural. Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado. (2018, 28 de agosto). *Diario Oficial de la Federación*. Sener/Conuee/CCNNPURRE/SE/CCONNSE.https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5536063&fecha=28/08/2018#gsc.tab=0

NREL. (2024). *National Solar Radiation Database (NSRDB)*. National Renewable Energy Laboratory. <https://nsrdb.nrel.gov/>



Sener. (2023a). *Balance Nacional de Energía 2022*. Secretaría de Energía.

<https://base.energia.gob.mx/BNE/BalanceNacionalDeEnerg%C3%ADa2022.pdf>

Sener. (2023b). *Prospectivas del gas L.P. 2023-2037*. Secretaría de Energía.

https://base.energia.gob.mx/Prospectivas23/PGLP_23_37_F.pdf



Glosario

Calentamiento solar de agua (CSA): Proceso que utiliza la energía del sol para calentar agua por medio de colectores solares.

Certificación: Proceso mediante el cual se verifica que un producto, servicio, sistema o persona cumpla con los requisitos establecidos en normativas o estándares específicos.

Colector solar: Dispositivo utilizado para captar energía solar y convertirla en calor, que se transfiere a un fluido (agua o aire) para usarse en aplicaciones térmicas.

Eficiencia energética (EE): Uso óptimo de la energía para realizar una actividad o brindar un servicio, buscando reducir el consumo sin afectar el rendimiento o la calidad del resultado. Se mide como la relación entre la energía utilizada y el beneficio obtenido, ya sea en términos de desempeño, producción o confort.

Incentivos fiscales: Beneficios que el gobierno otorga, generalmente en forma de deducciones o exenciones de impuestos, para fomentar la inversión en tecnologías energéticamente eficientes o renovables.

Instalador: Profesional capacitado y certificado para instalar sistemas de energía solar térmica, y asegurar su correcto funcionamiento y cumplimiento de normas.



Marco legal y regulatorio: Conjunto de leyes, regulaciones y normas que establecen los requisitos y lineamientos para adoptar e implementar tecnologías energéticas.

Mecanismo financiero: Herramienta financiera que facilita el acceso a capital o crédito para adquirir e implementar tecnologías energéticas, como los sistemas de calentamiento solar de agua.

Metodología de monitoreo, reporte y verificación (MRV): Proceso sistemático para medir, reportar y verificar los ahorros energéticos y las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), logrados mediante un proyecto o tecnología.

Sector servicios: Segmento de la economía que incluye rubros como hotelería, restaurantes, hospitales, gimnasios y otros que proporcionan servicios directos a la población.



Índice de figuras

Figura 1.	Irradiación solar horizontal global promedio (kWh/m ² /día).....	11
Figura 2.	Metodología de trabajo empleada para el Procalsol	22
Figura 3.	Metodología de sistematización	26
Figura 4.	Metodología para implementar correctamente un proyecto de CSA	31
Figura 5.	Metodología de la Iniciativa Calor Solar	35
Figura 6.	Hoja de ruta de las acciones a corto, mediano y largo plazo	49

Índice de tablas

Tabla 1.	Características de los calentadores solares de agua (valores aproximados)	14
Tabla 2.	Tasa de crecimiento compuesto anual (TCCA) por aplicación, de 2010 a 2023	18
Tabla 3.	Resumen de acciones por sector.....	45



Índice de gráficos

Gráfico 1. Estructura de la producción de energía primaria en petajoules, 2022	13
Gráfico 2. Metros cuadrados (m ²) instalados de calentadores solares de agua de 2010 a 2023, en México	15
Gráfico 3. Aplicaciones de la tecnología de CSA en 2023	16
Gráfico 4. Instalación de la tecnología de CSA en metros cuadrados (m ²), de 2010 a 2023	17
Gráfico 5. Costo de calentar 10 mil litros de agua a 50°C, con diversas alternativas	20



Anexos

Anexo 1. Líneas de acción específicas, tomadas del Procalso

Línea de acción	Acciones específicas
1. Regulación	1.1 Promover y facilitar el desarrollo de normas e instrumentos regulatorios para sistemas e instalaciones.
	1.2 Programa de capacitación y certificación de técnicos.
	1.3 Apoyo a la implementación de normas ambientales para el CSA (obligación para instalar).
2. Incentivos económicos a usuarios	2.1 Colaboración entre la Sener, la Conae (hoy Conuee) y la SHCP.
	2.2 Financiamiento hipotecario para comprar SCSA en vivienda nueva (sector residencial).
	2.3 Fomento de instrumentos financieros disponibles en la banca de desarrollo, para aplicaciones productivas (sector industrial, servicios y agronegocios).
	2.4 Fondo especial de fomento (vincular con inciso 2.1).



3. Fortalecimiento de la oferta	3.1 Certificación de empresas de diseño, instalación, operación y mantenimiento.
	3.2 Apoyos para pymes dedicadas a fabricar, vender e instalar SCSA.
	3.3 Seminarios de intercambio de ofertas y demandas de desarrollo tecnológico.
	3.4 Establecer sello de calidad de equipos.
4. Información	4.1 Campaña de sensibilización dirigida a la población.
	4.2. Campaña de promoción sobre aspectos específicos del Procalsol, dirigida a distintos grupos meta.
	4.3 Sitio en Internet.
5. Gestión	5.1 Comité Técnico y Unidad de Línea de Coordinación.
	5.2 Mecanismos de evaluación y seguimiento.

Fuente: Elaboración propia con información del Procalsol.



Anexo 2. Líneas de acción específicas, tomadas de la Iniciativa del PNUD

Línea de acción	Acciones específicas	Resultados
1. Marco legal y regulatorio	1.1 Promoción de un marco regulatorio para controlar la calidad de equipos y sistemas.	"Dictamen técnico de energía solar térmica en vivienda (DTESTV)", instrumento de certificación, que cumple la función de una norma y que se publicó en 2011.
	1.2 Adopción de nuevas regulaciones que consideren o hagan obligatoria la integración de SCSA en el diseño y la construcción de edificios nuevos.	"Anteproyecto de la NOM-027-ENER/SCFI-2016: Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares y de los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza como combustible gas LP o gas natural. Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado".
		Guía práctica para la inserción del CSA en reglamentos de construcción o códigos urbanos en México: pasos a seguir para incluir el uso de calentadores solares de agua en los reglamentos o códigos.
	1.3 Apoyo a la implementación de normas ambientales para	"Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México (IECC-México)", requisitos mínimos aplicables a nuevas edificaciones residenciales y comerciales, reducir consumo y mejorar la EE.



	el CSA (obligación para instalar).	Ver Ley del Impuesto Sobre la Renta, art. 34, fracción XIII: “[...]las compras de maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables tienen el beneficio de una deducción del 100% de la inversión realizada desde el año de su adquisición”.
2. Difusión y concientización	2.1 Desarrollo y difusión de materiales de concientización.	Boletín y Comunidad Solar, publicación y sitio web para difundir la tecnología de CSA entre los sectores interesados y para concientizar a los usuarios.
		<i>Webinars</i> , grabados para difundir la tecnología de CSA y capacitar al respecto.
		Calculadora solar para conocer ahorros, es una herramienta de evaluación de la tecnología de CSA para el sector vivienda.
	2.2 Implementación de campañas de concientización, en cooperación con otras entidades.	Talleres y foros de discusión, espacios de diálogo creados para promover y difundir el tema de la tecnología de CSA.
		Redes sociales, para difundir en Facebook, Twitter (ahora X) y YouTube información en torno al CSA.
		Sitios web del boletín <i>Mipymes</i> , con una sección sobre el “Calentamiento de agua en PYMES del Sector Servicios”: https://sites.google.com/conuee.gob.mx/mipyme/calentamiento-de-agua-en-pymes-del-sector-servicios?authuser=0



		Campaña de comunicación Conuee, a la cual se apoyó con insumos técnicos para cumplir los objetivos.
3. Mecanismos financieros	3.1 Mejora de la toma de conciencia del sector financiero y los proveedores, sobre características específicas y oportunidades financieras en el mercado de CSA.	Mecanismo Financiero Piloto en la península de Yucatán para la adquisición de SCSA en el sector vivienda.
		Hipoteca Verde del Infonavit, programa que favoreció la adquisición de ecotecnologías en el sector vivienda.
	3.2 Diseño de una estructura financiera y arreglos de su ejecución.	Eco-Crédito Empresarial, financiamiento para reducir costos de operación por medio del ahorro y el uso eficiente de la energía, que otorga el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Fide).
		Subsidios para sistemas de energía renovable por medio del Fideicomiso de Riesgo Compartido (Firco), para el sector agroindustrial.
		MFP en la península de Yucatán, con factor de réplica nacional, para disminuir el consumo de combustibles fósiles mediante el fomento del uso de SCSA, en el sector servicios en México.



4. Certificación y control de calidad	4.1 Establecimiento de las normas de estandarización y de los sistemas de certificación, desarrollados para las condiciones mexicanas.	Promoción de estándares de competencia para instaladores de CSA, con el fin de apoyar el fortalecimiento de las competencias laborales de estos.
	4.2 Disponibilidad de servicios de prueba efectivos y costeables.	Fortalecimiento de las capacidades de los laboratorios de pruebas, para la creación de la NOM-027-ENER/SCFI 2016.
	4.3 Sistema de capacitación y reconocimiento para los instaladores de CSA.	
5. Monitoreo del mercado	5.1 Establecimiento de acuerdos institucionales y formatos sistemáticos de informes, para monitorear el mercado.	Acuerdos institucionales para monitorear el CSA, mediante los cuales se promueve la sistematización del monitoreo del mercado y la elaboración de acuerdos institucionales.

Fuente: Elaboración propia con información del PNUD.



Anexo 3. Otros programas

Programa	Descripción	
Hipoteca Verde	Se trató de un programa del Infonavit, desarrollado de 2007 a 2015, que otorgaba un crédito adicional a los derechohabientes para adquirir viviendas con ecotecnologías. Su objetivo era propiciar ahorros en el consumo de agua y energía, aumentando la capacidad de pago de los beneficiarios. Como resultado, se otorgaron más de 395 mil financiamientos para comprar viviendas sociales, las cuales incluían la instalación de calentadores solares de agua.	
Proyecto 25 000 Techos Solares para México	A partir de 2009, el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania (BMU, por sus siglas en alemán), por medio de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, y el Infonavit colaboraron para desarrollar este proyecto, apoyado por la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI, por sus siglas en alemán), del BMU, y en el marco de la cooperación bilateral entre México y Alemania. El proyecto buscaba aumentar el uso de SCSA en el sector residencial mexicano. Los resultados fueron 19,013 subsidios otorgados para calentadores solares de agua, de 2007 a 2013.	
Diversas acciones para fomentar el uso de energías renovables en el sector agropecuario	La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), por medio del Firco, realizó diversas acciones para fomentar el uso de tecnologías que	En 2018, Firco implementó el proyecto “Desarrollo sustentable para el fomento de las fuentes alternas de energía en los agronegocios”, cuyo objetivo fue reducir las emisiones de GEI, mediante la adopción de energías renovables y prácticas de EE en los procesos productivos de los agronegocios, con incentivos de ahorro de energía y disminución de costos de producción. Firco brindó apoyos económicos, entre otros, para instalar sistemas solares térmicos, sistemas fotovoltaicos



	aprovechan fuentes renovables de energía, en el sector agropecuario en México. A continuación, se destacan los siguientes proyectos.	interconectados a la red, sistemas de biodigestión anaerobia y sistemas energéticamente eficientes.
		El Proyecto de Energía Renovable para la Agricultura (PERA) planteaba reducir los altos costos de inversión. Los resultados demostraron que usar tecnologías que aprovechan fuentes renovables de energía es una alternativa confiable y viable para lograr ahorros energéticos y reducir los costos de producción en los agronegocios.
Programa de Eficiencia Energética	Los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) impulsaron el Programa de Eficiencia Energética, basado en el esquema Seguro de Ahorros Energéticos. Por medio de una fianza de desempeño, los proveedores de tecnologías energéticamente eficientes y de energías renovables ofrecían proyectos con garantía de desempeño a sus clientes, lo cual les brindaba tranquilidad en cuanto a que recuperarían su inversión con los ahorros económicos derivados del proyecto.	
Eco-Crédito Empresarial	Nacional Financiera (Nafin) tenía la misión de impulsar el desarrollo económico del país, facilitando el acceso al financiamiento a micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), emprendedores y proyectos de inversión prioritarios. Además, persistía en fomentar la innovación, mejorar la productividad y la competitividad, abrir fuentes de empleo y promover el crecimiento regional. Como parte de sus programas, elaborados en colaboración con otros actores, están el Eco-Crédito Empresarial Masivo y el Eco-Crédito Empresarial Individualizado.	



Proyecto Protección del Clima en el Sector Industrial a través del Calor de Proceso Solar (SOLARPAYBACK)	El objetivo de este proyecto era promover el uso del calor solar para procesos industriales (SHIP, por sus siglas en inglés), en cuatro países: Sudáfrica, India, México y Brasil. La IKI financió este proyecto.
Programa Energía Solar a Gran Escala en México (DKT111 Solar)	El objetivo del programa era mejorar las condiciones tecnológicas, financieras y organizacionales, para aprovechar la energía solar a gran escala en México.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 4. Líneas de acción específicas del MFP en la península de Yucatán

Línea de acción	Lecciones aprendidas
1. Marco legal y regulatorio	El marco regulatorio para desarrollar la tecnología de CSA requiere que una dependencia realice el proceso de acompañamiento de manera incluyente y participativa, y que coordine a los demandantes de la tecnología y a los desarrolladores de proyectos.
	La permanencia de la tecnología de CSA requiere que los actores del mercado (fabricantes, distribuidores y comercializadores), los diseñadores de proyectos, los colegios de ingenieros y los laboratorios de prueba se involucren al respecto, con objeto de mantener el nivel de desempeño e innovación de esta tecnología.
	Los usuarios deben identificar qué se quiere lograr con la instalación de SCSA, además de manifestar de forma clara sus necesidades esenciales en cuanto al uso de ACS.
	Al diseñar un programa o proyecto, en este se deben incluir los estándares de manera clara y precisa, pues son la base de las consideraciones técnicas en el proceso de recopilar información y realizar las mediciones y las evaluaciones requeridas.
2. Difusión y concientización	Es necesario que los interesados aclaren sus dudas y tomen decisiones bien informadas respecto a la tecnología de CSA, definiendo de sus necesidades reales, para que se les diseñe un “traje a la medida”.



	Se empleó lenguaje apropiado y claro para informar al personal de los diferentes niveles de las instalaciones hoteleras (alta gerencia, técnicos y administradores) lo que se quería lograr.
	Proporcionar información actualizada y comprobable permite cautivar la atención de los interesados, y facilita que haya empatía con lo que se quiere lograr.
	El acompañamiento institucional y los buenos resultados son factores clave, que brindan confianza a los interesados.
	Los sitios web especializados facilitan y aceleran el proceso de sensibilización, y lo hacen más efectivo.
	Las redes de aprendizaje incluyentes mejoran la transmisión de experiencias (buenas o malas), cometido, en este caso, a cargo del Comité Técnico Consultivo (CTC).
3. Mecanismos financieros	La permanencia de la tecnología de CSA se relaciona no solo con el diseño del equipo o sistema, sino además con la procuración de esquemas de financiamiento dinámicos y ágiles, que simplifican los requisitos y los tiempos para su otorgamiento; además, que faciliten la obtención de garantías (fianzas, fondos de garantía), así como de una tasa de descuento atractiva.
	Para proyectos de CSA, los incentivos económicos son muy necesarios, pero nunca son suficientes, por lo que es conveniente que la banca comercial procure y acreciente el diseño de esquemas de financiamiento <i>ad hoc</i> , que faciliten su adquisición y minimicen los costos de transacción de los proyectos.



	Se requiere proporcionar mejor certeza técnica sobre el desempeño de los SCSA a la banca comercial, para que esta evalúe adecuadamente los riesgos inherentes al otorgamiento de financiamiento.
	Además del financiamiento para adquirir la tecnología de CSA, hay otras oportunidades financieras para la mejora sistemática, que se podrían aprovechar en los siguientes casos: No tener equipos para realizar la medición, el mantenimiento y medir la eficiencia de equipos mayores, y sustitución de equipos y sistemas tradicionales para generar calor, depreciados u obsoletos.
	La banca comercial debe evolucionar rápidamente en cuanto a sus planteamientos y propuestas de financiamiento para energía solar y, en general, para energías renovables, ajustando sus esquemas a las necesidades y particularidades del mercado local, en lugar de aplicar modelos generales que no consideran las condiciones específicas de cada región.
4. Certificación y control de calidad	La capacitación del personal técnico encargado de operar el SCSA fue muy relevante, así como tener la garantía del proveedor que lo suministra e instala.
	Incorporar los requerimientos del proyecto a la certificación de los instaladores de las empresas desarrolladoras participantes contribuyó positivamente a otorgar mayor certeza técnica.
	El proyecto permitió probar los criterios de conocimiento, desempeño, actitud y hábitos, para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los estándares de competencia para SCSA.



	Cuidar la calidad de la instalación de un equipo o SCSA es tan importante como el tiempo invertido en su fabricación.
	Verificar los criterios para instalar y operar el SCSA, conforme a lo establecido en los estándares de competencia, evita fallas de funcionamiento y desempeño de los equipos, y prolonga su vida útil.
5. Monitoreo de la tecnología	Una tercera persona o un perito (proveniente de un colegio de ingenieros o certificado en peritaje de la tecnología de CSA) realiza el proceso de MRV y elabora un informe técnico con valoración económica.
	Se debe considerar un proceso periódico para monitorear los ahorros por combustibles desplazados y medir las reducciones de CO ₂ obtenidas con el nuevo sistema; además, se deben realizar comparativos. Todo lo anterior representaría un atractivo comercial y crearía una imagen de compromiso con el desarrollo sostenible.

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 5. Líneas de acción con objetivo particular, tomadas de la Iniciativa Calor Solar

Línea de acción	Objetivo particular
1. Marco legal y regulatorio	Aportar de manera colaborativa la capacidad de los actores involucrados para proponer actividades y estrategias basadas en las normas y regulaciones vigentes, que contribuyan a proteger el medio ambiente y a usar los recursos naturales de manera racional.
2. Capacidades técnicas y recursos humanos	Contribuir al desarrollo de capacidades técnicas, científicas y tecnológicas, vinculadas al aprovechamiento de la energía térmica, y buscar que estas se repliquen en otras organizaciones.
3. Modelos de negocio y financiamiento	Elaborar propuestas y realizar acciones para dar certidumbre sobre la formulación de planes financieros, en cuanto al desempeño energético y la vida útil de proyectos basados en sistemas con energía térmica.
4. Demanda y promoción	Plantear acciones y desarrollar estrategias para promover y difundir mejores prácticas en la operación y el mantenimiento de equipos y sistemas basados en eficiencia energética y el uso de energía térmica.
5. Tecnología, investigación y desarrollo aplicado	Apoyar el análisis de problemas relacionados con el uso y el desempeño de la energía térmica, la formulación de soluciones por medio del desarrollo de herramientas de simulación y diseño, así como la definición y la realización de ensayos de componentes y sistemas completos.

Fuente: Elaboración propia.



Gobierno de
México

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
Av. Revolución 1877, Col. Loreto, Alcaldía Álvaro Obregón, C.P. 01090, CDMX.



Energía
Secretaría de Energía

CONUEE
Comisión Nacional para el
Uso Eficiente de la Energía