



TERM SOLAR PANAMÁ

ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DEL MERCADO DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA EN PANAMÁ.



CONTENIDO

- 3** Introducción
- 4** Prólogo
- 6** **Uso final de energía**
 - 6 Energía primaria
 - 7 Energía secundaria
 - 8 GLP, leña y carbón
 - 9 Consumo de electricidad
- 10** **Tecnología solar térmica**
- 18** **Estimación del potencial solar térmico aplicado a agua caliente sanitaria**
- 18** **Análisis de importaciones de calentadores de agua**
- 20** **Metodología de estimación del área potencial de colectores solares**
- 23** **Estimación del potencial solar térmico por sectores**
 - 23 Sector hotelero
 - 27 Sector salud
 - 30 Sector agro-industrial
 - 30 Producción agrícola
 - 34 Industria manufacturera
 - 38 Sector residencial
- 40** **Área potencial para calentadores de agua en Panamá**
- 48** **Fabricación local vs importación de tecnología**
- 50** **Empleo asociado al potencial de calentadores solares de agua**
- 51** **Ahorro potencial residencial de GLP y electricidad**
- 54** **Costos estimados para mecanismos de financiación**
- 57** **Ahorro en emisiones de CO₂**
- 59** **Ahorro energético en MWh**
- 60** **Barreras al desarrollo del mercado solar térmico**
- 61** **Conclusiones y recomendaciones**
- 65** **Bibliografía y referencias**

Créditos de fotografías en portada: ©Tigi Ltd, ©Vicot Solar Technology, ©Industrial Solar GmbH/Anders, ©GREENoneTEC , ©Sunstrip, @Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ©Ensa.

El presente trabajo tiene por objetivo determinar el potencial de mercado de la energía solar térmica en términos de la estimación del área de colectores para aplicaciones de calentamiento de agua en diferentes sectores de Panamá, a saber, sector hotelero, sector salud, sector agro-industrial y sector residencial.

Para alcanzar este objetivo, en primer lugar, se realizó un breve análisis acerca de los usos de energía final del país. Este análisis identificó donde se consumen los diferentes tipos de energía que la solar térmica deberá complementar. Debido a que no existen datos relevados acerca del consumo de agua caliente en los diferentes sectores, el documento comienza por analizar la existencia de un mercado a partir del análisis de las importaciones anuales de calentadores y calderas de agua a gas, a electricidad y solares. Este análisis permite estimar el gasto anual de Panamá en sistemas convencionales de calentamiento de agua.

Seguidamente se describen las características del sector Hotelero, el sector agro- industrial, el sector salud y el sector residencial, estimando para cada uno de ellos un uso de agua caliente basado en recomendaciones internacionales. La estimación del uso de una cierta cantidad de agua caliente determinó cuál es el área de colectores que se requiere para satisfacer la demanda y consecuentemente estimar el total de área potencial por sector.

Una vez determinada el área potencial total, se plantean 3 escenarios de desarrollo del mercado solar térmico al 2050, basados en otras experiencias de la región y las expectativas de crecimiento poblacional de Panamá. Luego se analiza la posibilidad y conveniencia de la fabricación local de equipamiento solar térmico y los empleos potenciales que pueden desarrollarse a lo largo de la evolución del mercado. A los fines de estimar las bases económicas para las políticas de financiamiento o de incentivos, se estima el ahorro que genera un sistema solar termosifónico para un usuario residencial en términos de Kg de GLP y KWh de electricidad.

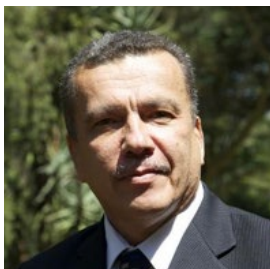
Finalmente se desarrollan una serie de conclusiones y recomendaciones adicionales para apuntalar el desarrollo de un mercado solar térmico genuinamente panameño.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) tiene como misión principal proporcionar herramientas de liderazgo y alentar el trabajo conjunto en el cuidado del medio ambiente, inspirando, informando y capacitando a las naciones y a los pueblos a mejorar su calidad de vida sin comprometer la de las futuras generaciones. El PNUMA está apoyando al Gobierno de la República de Panamá en la ejecución del proyecto Termosolar Panamá, cuyo fin es desarrollar el mercado nacional de calentadores solares de agua. Esta iniciativa está alineada con los propósitos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y con el objetivo principal del Acuerdo de París: mantener el aumento de la temperatura global en este siglo por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales y acelerar los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura por debajo de 1.5°C.

Termosolar Panamá cuenta con recursos otorgados por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) y en el transcurso de su implementación ha logrado demostrar que el país cuenta con las capacidades y oportunidades para utilizar de forma óptima la tecnología solar térmica y así contribuir activamente a una economía baja en carbono. Este documento presenta cifras que estimularán las inversiones para desarrollar este nicho de mercado de energía renovable. Por ejemplo, el uso de la tecnología solar térmica podría generar un ahorro económico de más de USD \$110 millones anuales en combustibles fósiles desplazados, lo que equivaldría a más de USD \$1.600 millones en los próximos 15 años. Además, el país podría ahorrar al año alrededor de USD \$48.5 millones, un tercio de lo que destina anualmente al subsidio de combustibles fósiles.

Al Panamá apostar por la energía solar térmica para calentar el agua en los sectores industrial, hotelero, residencial y de salud pública, estará disminuyendo su huella de carbono en casi 2.5 millones de toneladas de dióxido de carbono durante 15 años, además de ahorrar anualmente 762 MWh de energía, lo que equivale a la energía eléctrica generada por dos centrales térmicas de 80 MW de potencia durante un año. El uso de esta tecnología facilitaría además la creación de 11.400 nuevos puestos de trabajo en los próximos 20 años, asociados a la instalación y mantenimiento de sistemas de calentamiento solar de agua, lo que ayudaría al país a unirse crear más empleos verdes y promover la descarbonización de la economía.

Panamá es parte de las naciones que apuestan por la transformación del sector energético en la región. El conocimiento y las lecciones aprendidas durante la implementación del proyecto Termosolar Panamá abren paso a la replicación de iniciativas similares en otros países de América Latina y el Caribe, aportando a acciones concretas para mitigar el cambio climático y mejorar la calidad de vida de la población.



Leo Heileman

Director Regional del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en América Latina y el Caribe.

Los requerimientos energéticos de Panamá aumentan año a año. Para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible y las metas climáticas, debemos producir de forma impostergable energía de manera sostenible.

En este ámbito, las llamadas “energías renovables no convencionales”, entre las que se encuentran la energía solar, poseen gran potencial.

La tecnología de calentamiento solar ha llegado a una madurez, no solo tecnológica sino también de precio, que hoy permite desarrollar estrategias a nivel nacional para promover el calentamiento de agua con energía solar.

Nuestra experiencia como asociados estratégicos junto a ONU Medioambiente y el Ministerio de Ambiente, del programa para la instalación de calentadores solares en infraestructuras con propósitos comerciales, industriales y de salud, nos han mostrado con números que dichos proyectos pilotos logran resultados promisorios, sumado a una comunicación adecuada nos ayudan a bajar la incertidumbre sobre los calentadores solares entre los consumidores panameños.

Igualmente, hemos expuesto que son una oportunidad para poner en marcha un sistema económico inadvertido, al involucrar tanto a importadores, instaladores, gestores de proyectos, y convertirse en nuevas oportunidades de empleos para cientos de panameños, tarea que hemos adelantado con la capacitación de cientos de ellos, a nivel nacional.

Esta propuesta, no solo en sus resultados e impacto como muestra palpable de los beneficios que otorga a Panamá la utilización de calentadores solares, sino el proceso mismo de desarrollo del proyecto ha sido exitoso, por lo que se convierte en un buen referente a replicar para validar la viabilidad técnica de ideas disruptivas e impulsar acciones que permitan cambios innovadores hacia un sistema energético más sostenible en lo económico y ambiental.

Las verdaderas razones que impulsan el mercado solar térmico surgen de analizar cada detalle, y nos tomamos la tarea de considerar la mejor forma para su desarrollo como un factor que conecta y aporta decididamente a la transición energética que estamos proponiendo para nuestro país.

En Panamá aún poseemos una fuerte dependencia de los combustibles fósiles en este aspecto. Este hecho resulta cada vez más importante no solo desde lo ambiental, sino también desde lo comercial. A la hora de buscar alternativas a la importación de combustibles fósiles, la energía solar térmica aparece como una opción más que interesante.



Dr. Jorge Rivera Staff
Secretario Nacional de Energía

USO FINAL DE LA ENERGÍA EN PANAMÁ

Los sectores socioeconómicos consumidores de energía definidos en el plan energético nacional de Panamá 2015-2050, son: Residencial, Comercio y Servicios, Industrial (incluyendo Agropecuario-Pesca-Minería), Público y Transporte.

La Figura 1, muestra el uso final de la energía en porcentaje por cada uno de los sectores mencionados.

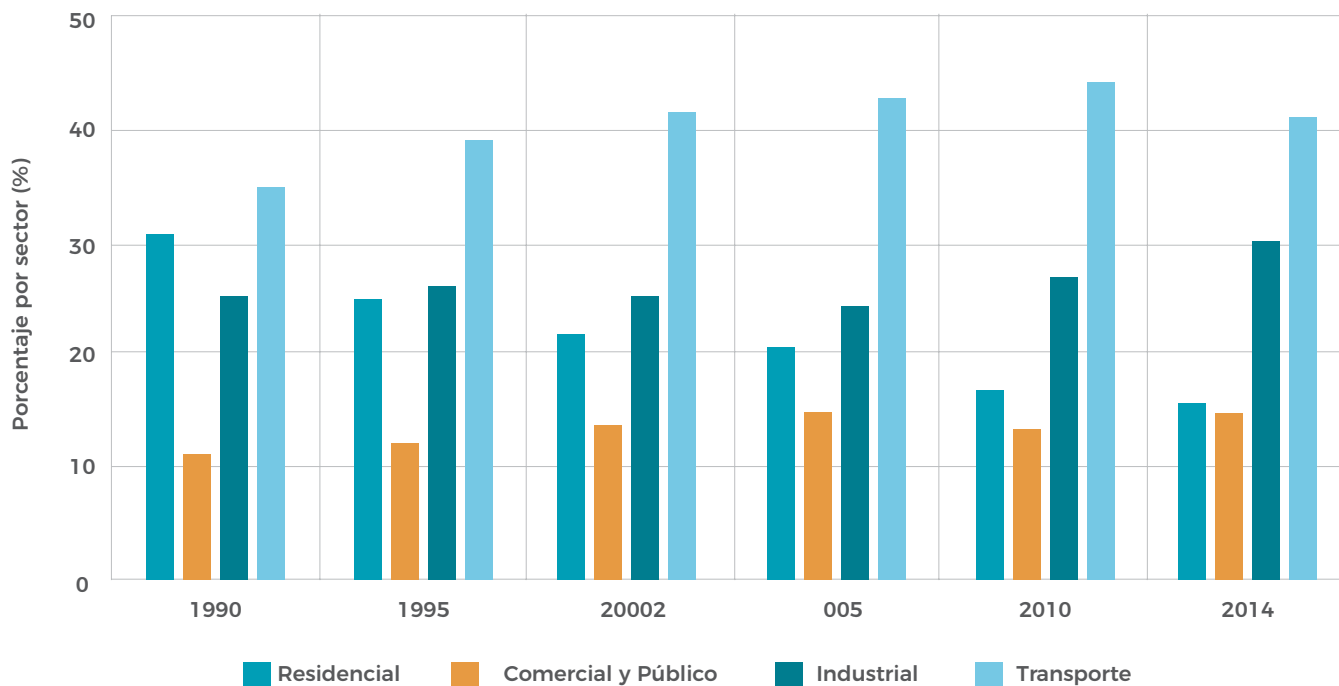


Figura 1. Uso final de la energía en porcentaje por sector (Plan energético Nacional 2015-2050).

El sector transporte es el principal consumidor de energía final, siendo responsable, en el año 2014, del 40.4% del total de la energía demandada, seguido por el sector industrial con un 29.6%, el sector residencial con 15.5% y el sector comercial y servicios con 14.5%. El transporte y sectores industriales son mayormente consumidores de energía de combustibles fósiles y derivados de ellos mientras que el sector comercial, público y residencial son mayormente consumidores de energía eléctrica.¹ Panamá consume, a nivel de uso final, energía primaria y secundaria en los diferentes sectores mencionados anteriormente.

Energía primaria

Se denomina fuente de energía primaria a la energía disponible en la naturaleza, en variadas formas, que puede ser utilizada por los seres humanos para realizar actividades, transformarla, almacenarla y transportarla. Algunas fuentes se pueden usar en forma directa, como el viento que impulsa una embarcación; otras, después de un proceso de extracción y transformación, como ocurre con el petróleo del cual se extrae el combustible que utilizan los automóviles.

1. SNE, Plan Energético Nacional 2015-2050, 2016



Las fuentes de energía primaria se distinguen por ser recursos naturales como el viento, la radiación solar, el agua en movimiento, el carbón, el uranio, el gas natural, el petróleo, la leña, el bagazo y otros residuos vegetales.

En Panamá, la leña, los productos de caña y el carbón también forman parte de la energía primaria las fuentes de energía primaria. El sector industrial consume las primeras dos y el sector Residencial mayormente la leña con una participación del carbón menor a 0,02%. En ambos casos se utilizan para la obtención de calor, ya sea para cocción de alimentos en el caso del residencial, o de procesos industriales en el sector industrial.²

Energía secundaria

El consumo de energía secundaria en Panamá en el año 2014 fue de 22,090 kBEP (miles de Barriles Equivalentes de Petróleo), es decir el 92.2% del total de energía consumida. Los sectores transporte e industria tienen la mayor participación representando ambos el 72% del total. Transporte consume principalmente gasolina en un 53% y diésel oil en un 44%. Industria consume mayoritariamente diesel oil en un 60%.

Los energéticos más importantes en el sector residencial son electricidad con un 63.7% y GLP con un 36%. En el sector comercio y servicios, la electricidad constituye el 81% de la energía secundaria consumida.³

En el caso del sector industrial, no existe información específica acerca del consumo de energía secundaria en cada parte del sector. Por ejemplo, no se conoce que fracción del consumo de diesel o combustible del sector industria está destinado a la generación de fuerza motriz o qué fracción está dedicada a generar calor. Solo se conoce el total consumido por sector declarado en el plan energético nacional 2015-2050. Tampoco se conocen los consumos específicos de los otros sectores con el mismo nivel de especificidad.

2. SNE, Balance energético, 2016

3. SNE, Plan Energético Nacional 2015-2050, 2016

GLP, leña y carbón

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) es consumido en todas las provincias de Panamá. En el año 2016, el consumo nacional de GLP fue de 1.457 kBEP. El consumo residencial de GLP representa el 67.8% de este total.⁴

Las provincias de Panamá y Chiriquí representan el 53% y el 14% respectivamente. Las restantes provincias tienen baja participación en un rango entre 3%-8% cada una. El GLP a nivel residencial es usado tanto para cocción como para agua caliente sanitaria. No existe información estadística o relevamiento indicando la fracción de GLP o leña que aplica a cocción o a calentamiento de agua.

El consumo de leña en el sector residencial en Panamá en el año 2016 fue de 1220.5 kBEP.⁵ En todas las provincias se consume leña. A nivel nacional, este combustible se utiliza en el 13% de las viviendas panameñas de acuerdo al Censo 2010, siendo la comarca Nögbé Buglé y la provincia de Veraguas, las que tienen mayor representación en el consumo con un 20% cada una. Las provincias de Coclé, Chiriquí y Panamá tienen una representación de 12.5% cada una. Estas 5 zonas comprenden el 78% de las viviendas que consumen leña a nivel nacional. El resto de las provincias participa con menos del 5%.⁶ La Figura 2 muestra los porcentajes de consumo de leña y GLP por provincia.

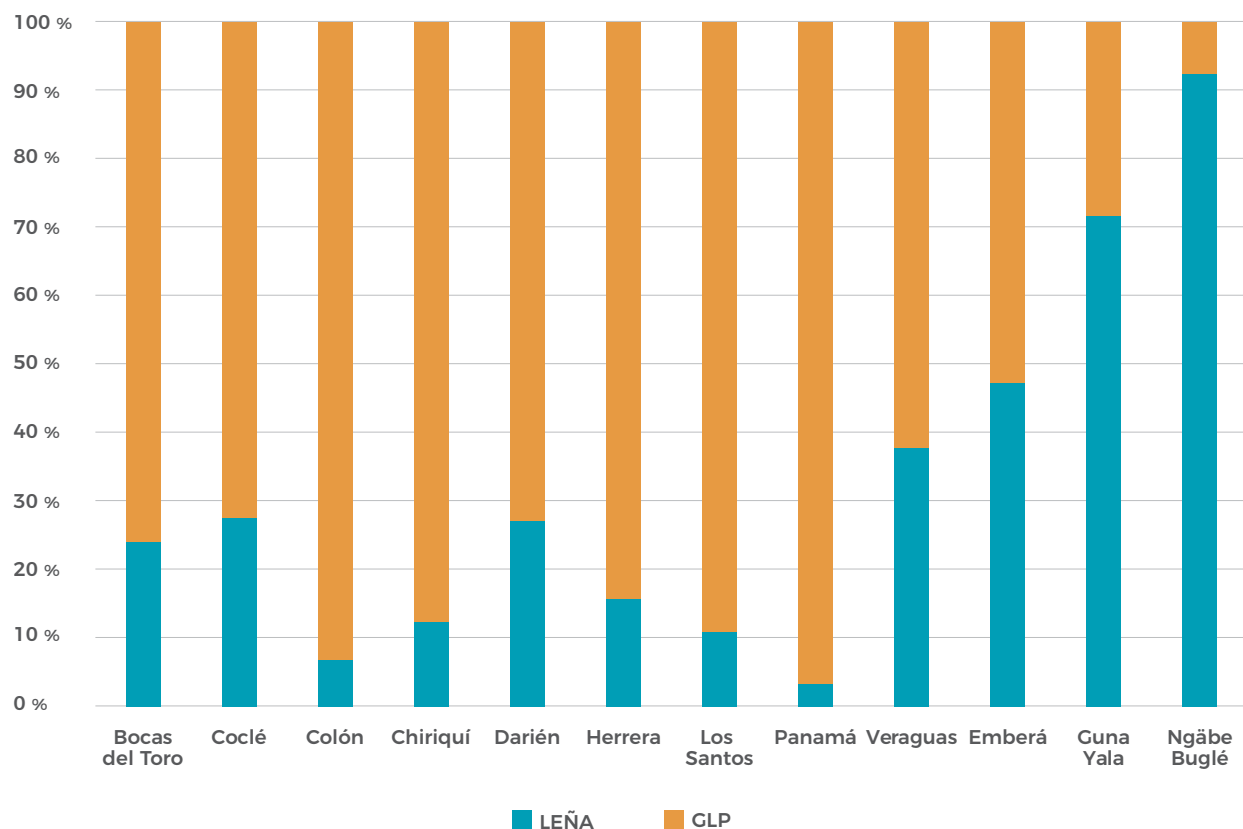


Figura 2. Consumo de leña y GLP en porcentajes por provincia (SNE,2014).

4. SNE, Balance energético, 2016

5. SNE, Plan Energético Nacional 2015-2050, 2016

6. SNE, Plan Energético Nacional 2015-2050, 2016

Consumo de electricidad

El consumo de energía eléctrica en Panamá se concentra fundamentalmente en el sector comercial en un 46.55%, seguido del sector residencial con 33,58%, el sector gobierno con 11,69%, el sector industrial con 6,78% y el alumbrado público con 2,29% (Ver Figura 3). Dentro del sector comercial y servicios, el equipamiento para consumir energía eléctrica está constituido principalmente por aire acondicionado, iluminación, refrigeración, motores eléctricos y equipos de cómputo y oficina.

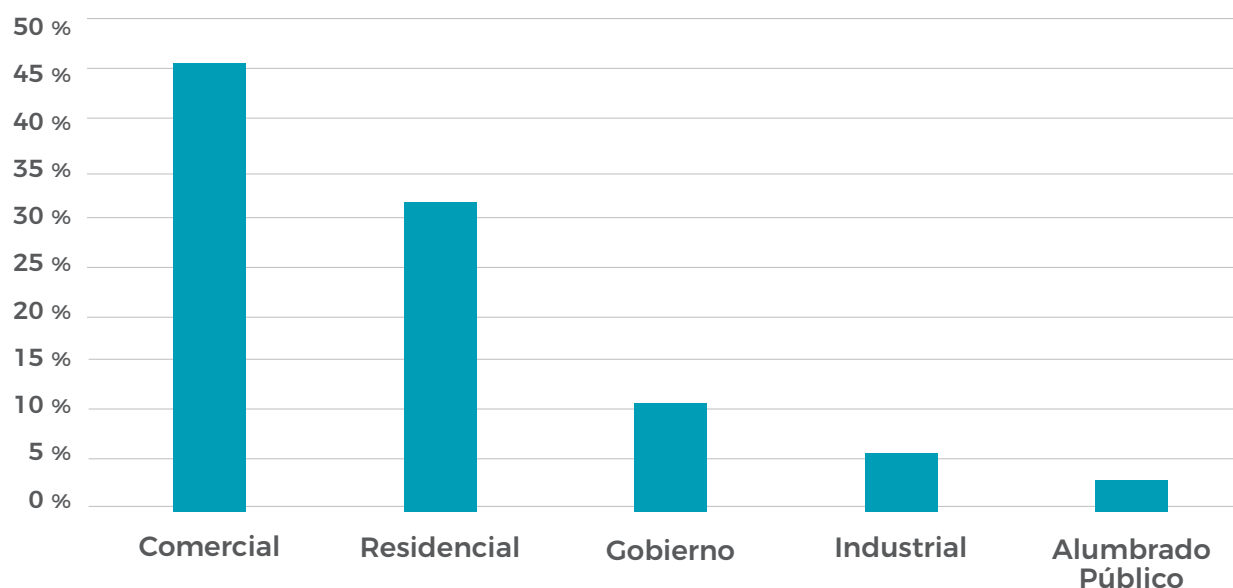


Figura 3. Participación de cada sector (en porcentaje) en el consumo de energía eléctrica de Panamá (SNE, 2014).

De la breve descripción del uso final de la energía en Panamá surge como resumen que el sector residencial es el mayor consumidor de GLP y el segundo mayor consumidor de energía eléctrica. El sector comercial y de servicios es el mayor consumidor de electricidad, pero prácticamente no tiene un consumo de combustibles a excepción del GLP. En ninguno de los dos casos, se conoce el consumo específico de GLP para cocción, calentamiento de agua u otros usos. El sector industrial es el segundo mayor consumidor de combustibles fósiles, luego del sector transporte. No se conoce en forma específica el consumo de combustibles dentro del sector industrial sino más bien en todo su conjunto. En ninguno de los casos se cuenta con información acerca del uso de energía primaria o secundaria para la generación de agua caliente para uso residencial, comercial o de procesos.

A los fines de poder relevar información real acerca del consumo de energía para agua caliente sanitaria en los distintos sectores, se han realizado encuestas on-line específicas para cada sector. A pesar de que se realizó difusión de las mismas entre los diferentes sectores, al momento de realizar este informe, no se ha logrado levantar una cantidad estadísticamente significativa de datos de cada sector. Las mismas estarán disponibles hasta la finalización del proyecto y pueden ser completadas en los links que se describen a continuación:

- **Hotel:** <https://www.surveio.com/survey/d/U4T9K2G6Y9A1V8G6S>
- **Salud:** <https://www.surveio.com/survey/d/O6T4V4L5L6H5L5A9T>
- **Agro-Industrial:** <https://www.surveio.com/survey/d/L2J7Z9H9Y2B1P8D6M>
- **Residencial:** <https://www.surveio.com/survey/d/I2N3U1L5H9F0F1J7P>

TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA.

Cualquier sistema solar térmico consta de dos componentes esenciales: el colector y el tanque acumulador. El colector se encarga de transformar la energía solar en calor y calentar un fluido que circula en su interior. El tanque acumulador se encarga de almacenar ese fluido caliente para su posterior uso en aplicaciones de agua caliente sanitaria, climatización, procesos industriales o cualquier otro uso. La Figura 4. resume a grandes rasgos los tipos de sistemas solares térmicos existentes. Ambos componentes principales, el colector y el tanque acumulador, forman un sistema cuyo acoplamiento se define de forma específica para cada aplicación y caso de uso. Dependiendo del tipo o la clasificación del sistema solar térmico (circulación natural o forzada, abierto o cerrado, directo o indirecto), es posible alimentar una o más aplicaciones con ellos.



Figura 4. Clasificación de sistemas solares térmicos

Los SST (sistemas solares térmicos) que funcionan por circulación natural o termosifónicos no utilizan bombas o controladores para movilizar el fluido entre el colector y el acumulador. En los sistemas termosifónicos, la circulación del agua caliente es por gravedad.

El agua dentro del colector es calentada por el sol, disminuye su densidad y fluye hacia arriba para ingresar al tanque de almacenamiento, mientras que el agua fría, de mayor densidad, fluye hacia abajo creando una circulación continua. El flujo convectivo o termosifónico continúa mientras el sol calienta el colector.

Fuentes de Figura 4

Colector plano : <http://www.ecomerchant.co.uk/sunsystem-solar-thermal-flat-plate-collectors.html#sthash.1sKtrrRv.dpbs>

Colector de tubos de vacío: <http://wdheatingcooling.com/solar-products-colorado-springs/>

Tanque solar: <http://www.solartubs.com/solar-water-tank.html>

Tipo de instalación solar: <http://www.terra.org/categorias/articulos/guia-practica-de-una-instalacion-de-energia-solar-termica>

Accesorios de instalación : <http://www.letsogreendeal.com/grant-solar-thermal/>

Sistemas solar térmicos: Hecho por Christian Navntoft.

Los sistemas forzados utilizan una bomba y un controlador para circular el fluido caloportador dentro del colector. Los colectores normalmente se encuentran sobre el techo de las construcciones y el tanque se ubica en una sala de máquinas en otro nivel. El fluido fluye desde el colector al tanque por acción de una bomba. En estos casos, el circuito de calentamiento del colector es un circuito cerrado. El colector se usa para calentar un fluido caloportador, y este a su vez intercambia calor con el agua de consumo a través de una serpentina ubicada en el interior de un tanque de acumulación. El circuito de calentamiento es activado mediante una bomba y varios sensores de temperatura vinculados a un controlador solar, elemento capaz de gestionar el funcionamiento de la instalación. En la mayoría de los casos, la bomba se activa cuando hay suficiente calor en el colector como para ser removido, típicamente cuando la diferencia de temperatura entre el fluido del colector y el agua de almacenamiento es mayor a 6°C. Dependiendo de la configuración interna del tanque y mediante el control selectivo de las bombas respectivas, una misma instalación puede alimentar alternativamente el consumo de agua caliente sanitaria, sistemas de calefacción y de calentamiento de agua de piscinas. La diferencia entre los sistemas de circulación forzada y los de circulación natural puede verse en la Figura 5.

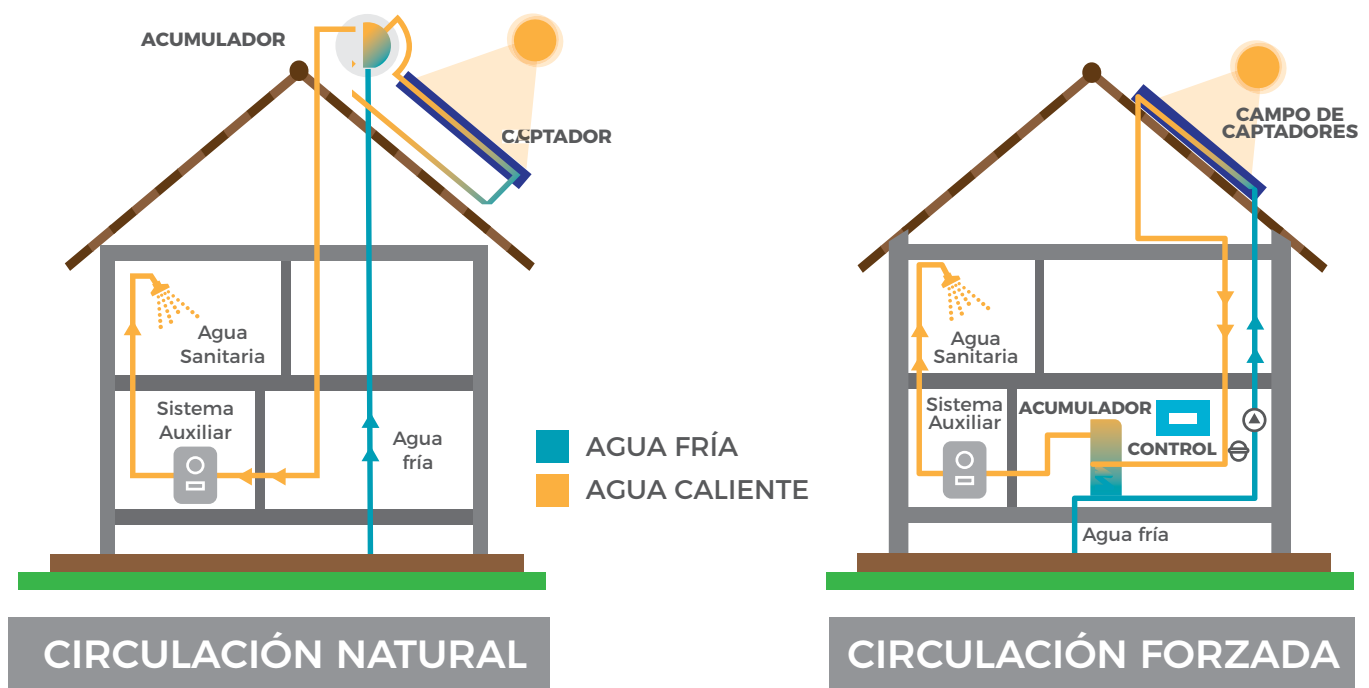


Figura 5. Diferencia esencial entre circulación natural y circulación forzada. SA: Sistema de apoyo.

Según el último informe de la Agencia Internacional de la Energía,⁷ a nivel mundial, el 22% de los sistemas instalados son del tipo de circulación forzada mientras que el 78% corresponden a sistemas termosifónicos, tal como se muestra en la Figura 6.

7. IEA, 2019

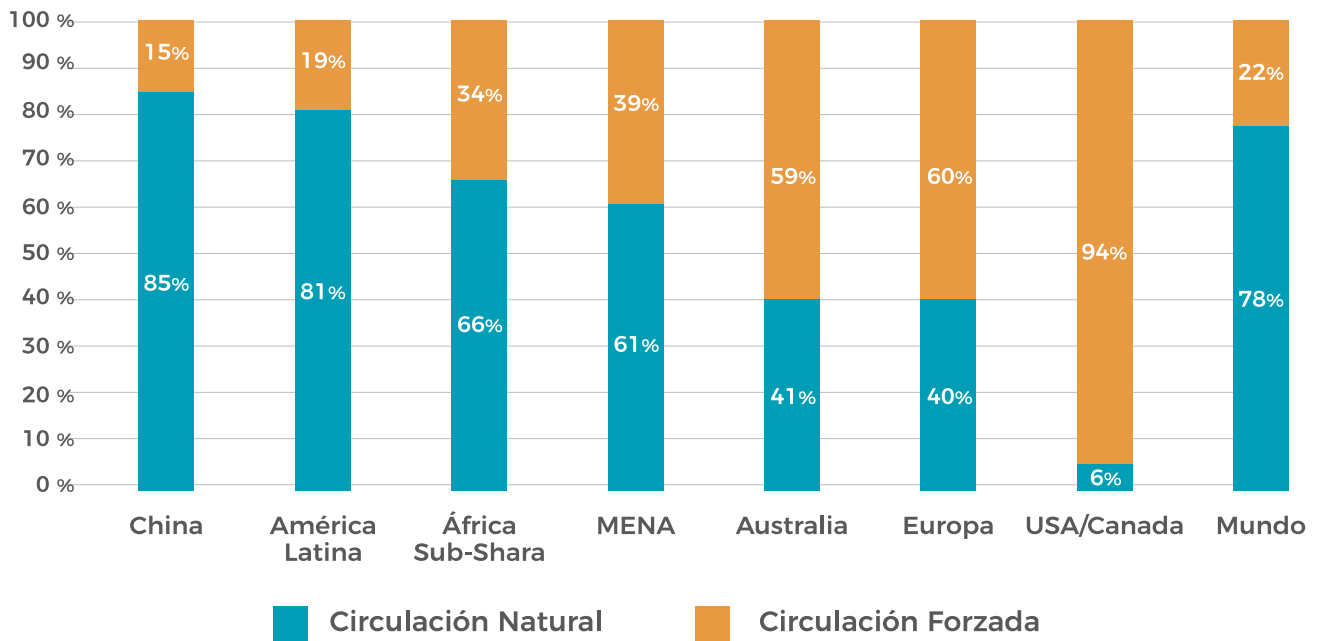
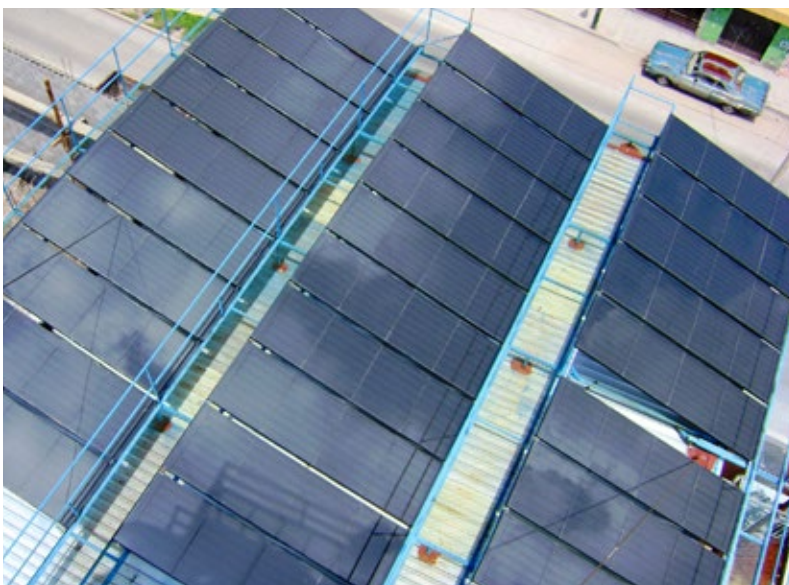


Figura 6. Distribución mundial por tipo de sistema instalado.

Los principios que rigen el aprovechamiento térmico de la energía solar son conocidos desde principios de siglo XX y la prueba más fehaciente de ello es la cantidad de sistemas solares térmicos instalados y en funcionamiento en el mundo. A nivel mundial, la tecnología con la que se fabrican estos equipos ha ido avanzando desde la primera crisis del petróleo en los años 70 hasta nuestros días. Se han incorporado superficies de alta absorbancia y baja emisividad térmica, permitiendo que el calor quede retenido dentro del colector y se reduzcan las pérdidas al ambiente por radiación. Se ha incorporado la tecnología de tubos de vacío que tiene por objeto reducir las pérdidas térmicas por convección, el uso de espejos térmicos que impiden el escape del calor hacia el exterior del colector e incluso, en desarrollos más recientes, se ha incorporado el uso de espejos reflectores con geometría innovadora que permiten disminuir las pérdidas ópticas al mínimo. De esta manera, conviven actualmente multiplicidad de diseños y tecnologías de colectores solares capaces de responder a distintas necesidades.





Sin embargo, de acuerdo a sus características generales, los colectores se pueden agrupar en tres tipos:

Planos

Están formados por una caja o gabinete aislado con una cubierta o cobertor transparente y en su interior contienen un sistema de tubos por el cual fluye el agua a calentar. Los tubos pueden o no estar unidos a otras superficies con el fin de captar más radiación solar.

Estos colectores pueden diferir entre sí en distintas variables:

- La cubierta transparente puede ser de una o más capas de plástico, vidrio, vidrio de baja emisividad o vidrio de borosilicato (pyrex).
- El absorbedor puede ser negro mate o tener un recubrimiento selectivo que le permita maximizar la captación solar y minimizar las pérdidas radiativas. La selectividad de la superficie depende del tipo de recubrimiento del absorbedor.
- El aislante puede ser lana de vidrio, lana mineral o poliuretano.
- Pueden o no poseer superficies reflectantes que ayuden a la captación de energía solar.
- Los tubos de agua dentro del colector pueden ser paralelos, tipo parrilla, o estar dispuestos en forma de serpentina.

Tubos evacuados

Consisten en dos tubos de vidrio concéntricos o bien uno de vidrio y otro de metal, soldados entre sí como una ampolla, en cuyo interior se ha hecho vacío con el fin de reducir las pérdidas convectivas que ocurren en los colectores planos. Por el proceso de manufactura, todos los tubos evacuados ya vienen con un recubrimiento selectivo en la parte externa del tubo interno. De hecho, el vacío solo tiene sentido si previamente se ha hecho un recubrimiento selectivo. De la otra manera, seguirían predominando las pérdidas radiativas.



Estos colectores pueden diferir entre sí en distintas variables:

- Pueden poseer espejos reflectores exteriores de diversa geometría que ayuden a captar más energía solar.
- El agua puede circular dentro de los tubos inundándolos completamente (“All Glass”)
- El agua puede circular en un tubo de cobre dentro del tubo evacuado (“U-Pipe”). Con esta tecnología se puede operar con mayor presión de agua.
- El calor capturado por el tubo evacuado puede ser transferido al agua a través de un tubo que en su interior cuenta con una pequeña cantidad de un fluido caloportador que se evapora y condensa constantemente y cede calor a un tubo colector ubicado en la parte superior (“Heat Pipe”).
- Pueden ser de diferente diámetro y en consecuencia diferente rendimiento.
- Pueden ser enteramente de vidrio o la ampolla puede estar compuesta por un tubo de vidrio externo, y un tubo metálico interno, ambos unidos por un sello que absorba las dilataciones diferenciales de cada material.

Plásticos o de piscinas:

Estos colectores son en su mayoría de polipropileno extruido o inyectado. La característica sobresaliente es que no tienen caja, cobertura transparente ni tampoco aislamiento térmico. Al ser de plástico resisten bien la corrosión que ocasiona el agua clorada de las piscinas pero al no tener cubierta transparente ni aislante, tienen grandes pérdidas térmicas cuando las condiciones ambientales se tornan desfavorables. Su uso se limita exclusivamente a extender unas semanas más los días de uso de piscina en verano y elevar algunos grados la temperatura del agua de la misma. Estos colectores pueden diferir entre sí en distintas variables:

- Geometría de extrusión o inyección.
- Disposición del circuito de agua dentro del colector
- Material de inyección

En la Figura 7, se muestran las diferencias básicas de aspecto entre los tres tipos de colectores: A) Plano, B) Tubos evacuados C) Plásticos o de piscinas.



Figura 7. (Izq)Colector plano con superficie selectiva, (centro) Colector de tubos evacuados (Heat pipe), (Der) Colector plástico o de piscina.

Los colectores solares están en permanente equilibrio con el ambiente. La eficiencia de conversión del mismo depende de los siguientes factores:

- Radiación solar
- Temperatura ambiente
- Temperatura del agua de entrada
- Velocidad del viento
- Caudal de circulación

De esta manera, no es posible asignar un solo valor de eficiencia a los colectores solares sino que es necesario determinar su **curva de rendimiento**.

Esta curva representa el funcionamiento de los colectores solares bajo distintas situaciones ambientales y es necesaria para dimensionar cualquier instalación. La curva de rendimiento se determina experimentalmente bajo condiciones controladas de los parámetros mencionados y conforme a la norma ISO 9806. Y está dada por la ecuación (3), donde η_0 es la ordenada al origen, a_1 es el coeficiente de pérdidas térmicas en $W/m^2 K$, a_2 es el coeficiente cuadrático de pérdidas térmicas en $W/m^2 K^2$, $e /$ es la irradiancia solar en W/m^2 y ΔT es la diferencia entre la temperatura media del fluido y la temperatura ambiente, en K :

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{(T_{mf} - T_{amb})}{I} - a_2 \cdot \frac{(T_{mf} - T_{amb})^2}{I} \quad (3)$$

Para simplificar la curva, las condiciones ambientales de uso se definen mediante el factor $\Delta T/I$. De esta manera, la curva de rendimiento describe el rendimiento del colector (η) en función de las condiciones ambientales dadas por ΔT . La ordenada al origen, representa el máximo rendimiento posible y la pendiente representa las pérdidas térmicas de cada tipo de tecnología mencionada. En la Figura 8 se muestran las diferencias “mínimas” entre los diferentes tipos de tecnologías definidas anteriormente.

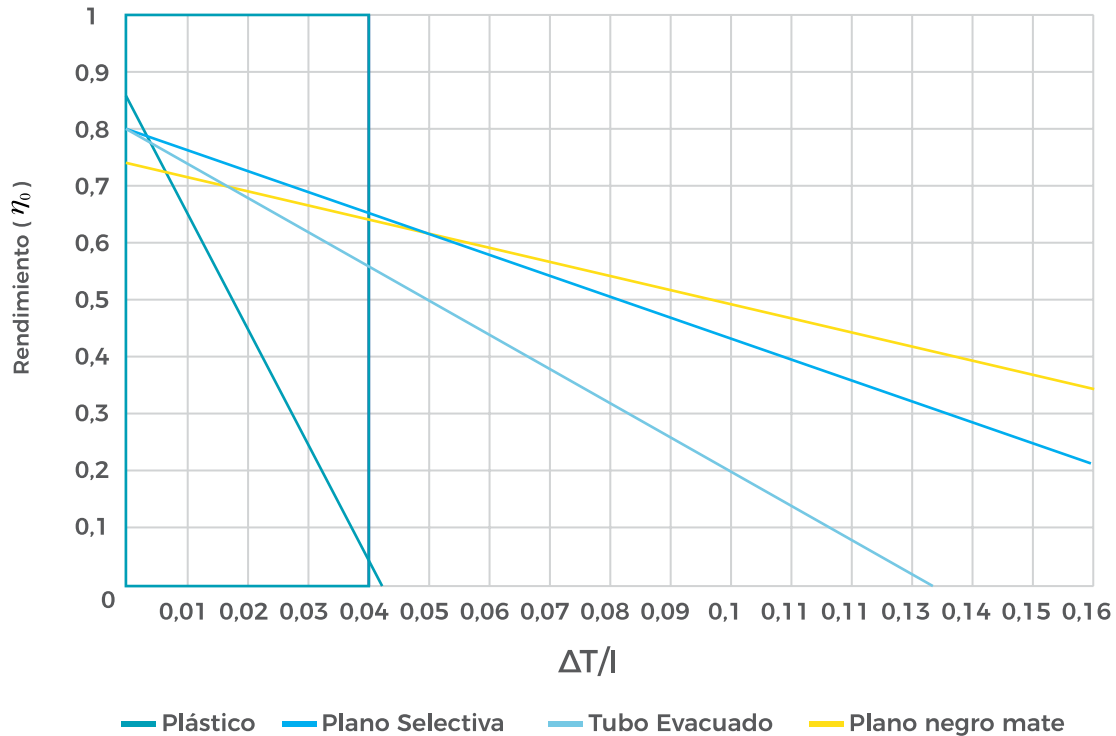


Figura 8. Diferencia entre las curvas de rendimiento de las distintas tecnologías de colectores solares. (El recuadro define la zona de condiciones ambientales de trabajo del colector solar en Panamá)

De esta manera, la selección de la tecnología adecuada para calentamiento solar, será función de cada aplicación específica (agua caliente sanitaria, calefacción o calentamiento de piscinas) y además, estará dada por las características climáticas de la zona (temperatura ambiente, velocidad de viento, irradiación solar, etc.).

En el caso de Panamá y la aplicación de agua caliente sanitaria, no es necesario el uso de colectores con una alta eficiencia o bien una muy buena curva de rendimiento. Las condiciones de clima e irradiación en Panamá se situarían en el rango de 0 a 0,04 de $\Delta T/I$ (recuadro azul en Figura 8). En este rango, la diferencia de rendimiento entre las tecnologías de colectores no es tan marcada. Las diferencias tecnológicas y de eficiencia son notorias en condiciones de baja temperatura ambiente, donde hay poco sol y mucho requerimiento de calor, tales como el otoño e invierno. Estas situaciones climáticas no existen en Panamá. Las bondades de la irradiación solar disponible en Panamá y la alta temperatura ambiente permiten el uso de equipos quizás no tan eficientes, pero de tecnología más sencilla y menores costos. En casos puntuales como un proceso industrial, puede ser relevante el uso de tecnología más eficiente, pero en la mayoría de los casos de calentamiento de agua, se obtiene suficiente ahorro con el uso de colectores planos sin superficie selectiva que pueden fabricarse en forma local sin mayor tecnología.

Marco legal y regulatorio de la energía solar térmica.

Panamá no posee una regulación específica para el uso de la energía solar térmica. No obstante, posee la ley 37 para “centrales y/o instalaciones solares que realicen actividades distintas a la prestación del servicio público de electricidad”. En virtud de ellos, la energía solar térmica, cae dentro del marco definido por la ley Ley 37 del 10 de junio de 2013 que establece el régimen de incentivos para el fomento de la construcción, operación y mantenimiento de centrales y/o instalaciones solares por la cual se otorga exoneración del impuesto de importación, de aranceles, tasas, contribuciones y gravámenes, así como ITBMS que pudieran causarse por razón de la importación y/o compras de equipos, máquinas, materiales, repuestos y demás que sean necesarios para la construcción, operación y mantenimiento de las centrales y/o instalaciones solares. Adicionalmente proporciona un crédito fiscal aplicable al impuesto sobre la renta por un máximo del 5% del valor total de la inversión directa considerando el método de depreciación acelerada (Ley 37).

Normativa de calidad para fabricación, instalación y ensayos para energía solar térmica.

Actualmente no existe normativa específica asociada a la fabricación, instalación y ensayos de sistemas de calentamiento solar de agua. Toda la normativa pertinente se está desarrollando con el proyecto Termosolar Panamá y se espera que esté lista y vigente para el 2021.



ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL SOLAR TÉRMICO APLICADO A AGUA CALIENTE SANITARIA.

Análisis de importaciones de calentadores de agua

Debido a la escasa información acerca del uso del agua caliente en todos los sectores en Panamá, se analizó información específica en el sistema de importación relacionada con los calentadores de agua importados, incluyendo calderas. Dado que Panamá no fabrica calentadores de agua, el 100% de los calentadores de agua que se consumen son importados. Según entrevistas con autoridades de aduana de Panamá, el país no cuenta con posiciones arancelarias específicas para colectores solares. Típicamente, los colectores solares entran por alguna de las posiciones descritas la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3.

Para evaluar las importaciones de la manera más precisa posible, el análisis de información fue filtrada en primera instancia por las posiciones arancelarias específicas y luego por el apartado descripción de la mercadería, bajo la nomenclatura de “calentador de agua”, “ducha eléctrica”, o bien “calentador solar”. Las descripciones afines, pero no del todo claras, también se incluyeron en el análisis, pero las mismas no ejercen una influencia importante en el total.

Tampoco es posible discriminar la cantidad de cada uno de los elementos debido a que en los despachos varían las cantidades y unidades dentro de una misma posición arancelaria. En la misma posición pueden entrar calentadores eléctricos o bien repuestos para calentadores.

Descripción	Posición Arancelaria
8419.xx.xx	Aparatos, dispositivos o equipos de laboratorio, aunque se calienten eléctricamente (excepto los hornos y demás aparatos de la partida 85.14), para el tratamiento de materias mediante operaciones que impliquen un cambio de temperatura, tales como calentamiento, cocción, torrefacción, destilación, rectificación, esterilización, pasteurización, baño de vapor de agua, secado, evaporación, vaporización, condensación o enfriamiento, excepto los aparatos domésticos; calentadores de agua de calentamiento instantáneo o de acumulación, excepto los eléctricos.
8419.1	Calentadores de agua de calentamiento instantáneo o de acumulación, excepto los eléctricos:
8419.11	De calentamiento instantáneo, de gas:
8419.11.10.00	De los tipo para uso industrial
8419.11.20.00	Los demás, desarmados
8419.11.90.00	Los demás
8419.19.	Los demás:
8419.19.10.00	De los tipo para uso industrial
8419.19.20.00	Los demás, desarmados
8419.19.90.00	Los demás

Tabla 1. Posición arancelaria de calentadores a gas y solares.

De esta manera, solo se analizaron los montos CIF⁸ importados en los años 2015 a 2019 en las posiciones arancelarias que se describen en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3. Los totales anuales CIF de importaciones de las diferentes posiciones arancelarias se muestran en la Tabla 4. De la Tabla 4 es posible identificar que anualmente se importan a razón de U\$S 3 millones CIF de artefactos de calentamiento de agua, tanto para el mercado de reposición como para las nuevas instalaciones.

Descripción	Posición Arancelaria
8516.	Calentadores eléctricos de agua de calentamiento instantáneo o acumulación y calentadores eléctricos de inmersión; aparatos eléctricos para calefacción de espacios o suelos; aparatos electrotérmicos para el cuidado del cabello (por ejemplo: secadores, rizadoros, calienta-tenacillas) o para secar las manos; planchas eléctricas; los demás aparatos electrotérmicos de uso doméstico; resistencias calentadoras, excepto las de la partida 85.45.
8516.10	Calentadores eléctricos de agua de calentamiento instantáneo o acumulación y calentadores eléctricos de inmersión:
8516.10.1	Calentadores eléctricos de agua de calentamiento instantáneo o acumulación:
8516.10.11.00	Desmontados o sin armar todavía
8516.10.19.00	Los demás
8516.10.21.00	Calentadores eléctricos de inmersión:
8516.10.21.00	Desmontados o sin armar todavía
8516.10.29.00	Los demás

Tabla 2. Posiciones arancelarias para calentadores eléctricos de agua.

Descripción	Posición Arancelaria
8402.	Calderas de vapor (generadores de vapor), excepto las de calefacción central concebidas para producir agua caliente y también vapor a baja presión; calderas denominadas «de agua sobrecalentada».
8402.1	Calderas de vapor:
8402.11.00.00	Calderas aquo-tubulares con una producción de vapor superior a 45 t por hora.
8402.12.00.00	Calderas aquo-tubulares con una producción de vapor inferior o igual a 45 t por hora.
8402.19.00.00	Las demás calderas de vapor, incluidas las calderas mixtas.
8402.20.00.00	Calderas denominadas «de agua sobrecalentada»
8403.	Calderas para calefacción central, excepto las de la partida 84.02.
8403.10.00.00	Calderas

Tabla 3. Posiciones arancelarias para calderas.

8. Las siglas CIF (acrónimo del término en inglés Cost, Insurance and Freight, «Coste, seguro y flete, puerto de destino convenido») se refieren a un incoterm o término de comercio internacional que se utiliza en las operaciones de compraventa, en que el transporte de la mercancía se realiza por barco (mar o vías de navegación interior). Se debe utilizar siempre seguido de un puerto de destino. Los riesgos de la mercancía los asume el comprador en el país del mismo cuando la mercancía ha llegado al puerto.

Equipo de calentamiento	2015 (U\$S)	2016 (U\$S)	2017(U\$S)	2018 (U\$S)
Calentadores Eléctricos	726.565	741,226	1,128,811	837,320
Calentadores a Gas	1,090,089	849,564	391,895	583,995
Calentadores Solares	51.531	11,966	69,332	16,204
Calderas de vapor	1.065.448	686,973	14,151,808	1,864,270
Calderas para calefacción central	4.061	1,048,405	164,089	32,809
Total	2.937.694	3.338.134	15.905.935	3.334.598

Tabla 4. Totales CIF importados por año en Panamá por posiciones arancelarias.

Este monto CIF, puede multiplicarse típicamente por un factor de 3 a 4 hasta llegar al consumidor, lo que convierte este monto en unos U\$S 12 millones anuales tomando como referencia el valor de 4. Estos resultados muestran que, a pesar de no existir información estadística al respecto, existe un mercado importante de calentadores de agua en Panamá, lo cual solo representa los datos de un mercado existente, entre nuevos calentadores y recambio de calentadores de agua existentes, mas no incluye el crecimiento a futuro de este mercado.

Metodología de estimación del área potencial de colectores solares.

El primer dato para estimar la cantidad necesaria de colectores para satisfacer una demanda de agua caliente sanitaria es justamente conocer cuál es su consumo en litros y cuál es su temperatura de uso. A partir de ello, es posible determinar la energía térmica necesaria para el calentamiento del agua. Posteriormente, con los datos de la curva de rendimiento del colector elegido y otros parámetros tales como las pérdidas de calor del tanque de almacenamiento, es posible determinar el área necesaria de colectores solares para satisfacer la demanda. Finalmente, la relación entre la energía demandada y la energía generada dará como resultado un factor de cobertura de demanda.

Por otro lado, dado el hecho de que en Panamá no existe información acerca de los consumos energéticos para agua caliente sanitaria en ninguno de los sectores analizados, no fue posible realizar un análisis matemático en profundidad, sino más bien una estimación basada en aproximaciones fundamentadas en la estadística o “hard numbers”.

El uso de colectores solares para agua caliente sanitaria constituye el 94% del área total instalada a nivel mundial. Asimismo, el 68% del total del área instalada corresponde a equipos unifamiliares, típicamente termosifónicos (IEA, 2019). La mayoría de los equipos solares térmicos instalados en el mundo y los que se comercializan en la mayoría de los países, cumple con la relación que se muestra en la ecuación (1), donde V es el volumen de acumulación del equipo y A es el área de colectores solares del equipo:

$$50 \text{ l/m}^2 \leq V/A \leq 150 \text{ l/m}^2 \quad (1)$$

A los fines de no hacer una estimación de la relación V/A demasiado conservadora u optimista, resulta útil decir que es posible considerar 1 m² de colector solar por cada 100 Litros de volumen de acumulación de agua caliente, es decir $V/A=100$ l/m². Tomando como referencia este valor de punto medio de la relación, es posible estimar el área potencial de colectores conociendo solamente la demanda de agua caliente (en litros) para los diferentes sectores.

Siempre es recomendable contar con datos medidos estadísticamente que permitan determinar el potencial real, pero cuando estos datos no se encuentran disponibles, es necesario realizar una estimación del consumo de agua caliente a satisfacer. A estos fines, en este trabajo se ha tomado como referencia el Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones de Energía Solar Térmica de baja temperatura de España (PCT de aquí en adelante; (IDAE, 2002)). Este pliego es ampliamente utilizado como referencia para estimar los datos de consumo de agua caliente sanitaria por sector, no solo en España, sino en toda Europa y en varios países de Latinoamérica. El mismo define la cantidad de agua caliente diarias a 60°C que es necesario considerar a la hora de dimensionar cualquier sistema solar térmico. Particularmente, la Tabla 5, muestra los valores de consumo de agua caliente sanitaria diaria que se utilizan para la estimación del consumo de cada uno de los sectores analizados en este trabajo.

Criterio de consumo	Litros por día	Unidad
Viviendas unifamiliares	50	Por persona
Viviendas multifamiliares	30	Por persona
Hospitales y clínicas	50	Por cama
Hoteles (4 estrellas)	70	Por cama
Hoteles (3 estrellas)	55	Por cama
Hoteles (2 estrellas)	40	Por cama
Hoteles (1 estrellas)	40	Por cama
Hostales	40	Por cama
Campings	80	Por emplazamiento
Residencia (ancianos, estudiantes, etc.)	50	Por persona
Vestuarios/duchas familiares	20	Por servicio
Cuarteles	20	Por persona
Gimnasios	30	Por persona
Lavandería	3	Por kg de ropa
Restaurantes y Bares	5	Por comida
Cafetería	1	Por café

Tabla 5. Valores de referencia de consumo de agua caliente sanitaria a 60°C (IDAE, 2002).

En caso de tomar una temperatura de referencia distinta de 60°C (por ejemplo, una temperatura cercana a la de consumo, en torno a los 45°C), los valores expresados en la Tabla 1 pueden ser fácilmente modificados sin más que multiplicarlos por el factor que se obtiene de la ecuación (2), siendo t° la nueva temperatura de referencia escogida y $t^{\circ}F$ la temperatura del agua fría (temperatura de red) de la localidad.

$$f = \frac{(60 - t^{\circ}f)}{(t^{\circ} - t^{\circ}f)} \quad (2)$$

En el caso de Panamá, suponiendo una temperatura típica agua de red de 25°C y una temperatura final de uso de 50°C se obtiene:

$$f = \frac{(60 - 28)}{(50 - 28)} = 1,45$$

De esta manera, el consumo estimado por persona para una vivienda unifamiliar de 50 Litros de acuerdo a la tabla 1, pasaría a ser de 72,5 Litros por persona.

A los fines de obtener una estimación razonable del potencial solar térmico en Panamá, se tomaron como referencia los valores informados en la Tabla 5, suponiendo un uso del agua caliente sanitaria a 60°C. Del análisis de la ecuación (2) surge que a medida que disminuye el umbral de temperatura, es mayor el volumen de agua a calentar requerida y este hecho redonda una mayor área de colectores necesaria. De esta manera, el hecho de utilizar la Tabla 5 con la temperatura de consumo a 60°C y la relación $V/A=100$ l/m², permitirá estimar un potencial por sector que tiene un sentido de punto medio. El mismo podría ser más grande, considerando las variables mencionadas anteriormente tales como el uso de otra temperatura de referencia u otra relación V/A .



ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL SOLAR TÉRMICO POR SECTORES

Sector hotelero

Según el informe de oferta de alojamiento de la Autoridad de Turismo de Panamá⁹ (ATP, Oferta de alojamiento 2017, 2018), al 2017 existía una oferta de 912 establecimientos de hospedaje registrados que en su total tienen una oferta de 32530 habitaciones. En la Figura 9 se muestra el total de establecimientos y de habitaciones disponibles por provincia en la República de Panamá. No todas las provincias poseen la misma distribución de establecimientos. En algunas predominan los hoteles, y en otras los hostales o residenciales. La Figura 10 muestra la distribución geográfica por tipo de establecimiento y provincia en la República de Panamá. Según el resumen estadístico de la Autoridad de Turismo de Panamá (ATP, 2018), el porcentaje de ocupación de los hoteles de enero a diciembre de 2018 fue del 44.9% mientras que para el mismo período de 2017 fue de 47,1%. Para ese período hubo 1.778.756 turistas con una estadía mínima de 24 hs en Panamá (Hubo mayor cantidad turistas pero que no utilizaron hoteles, es decir, con estadías menores a 24 hs).

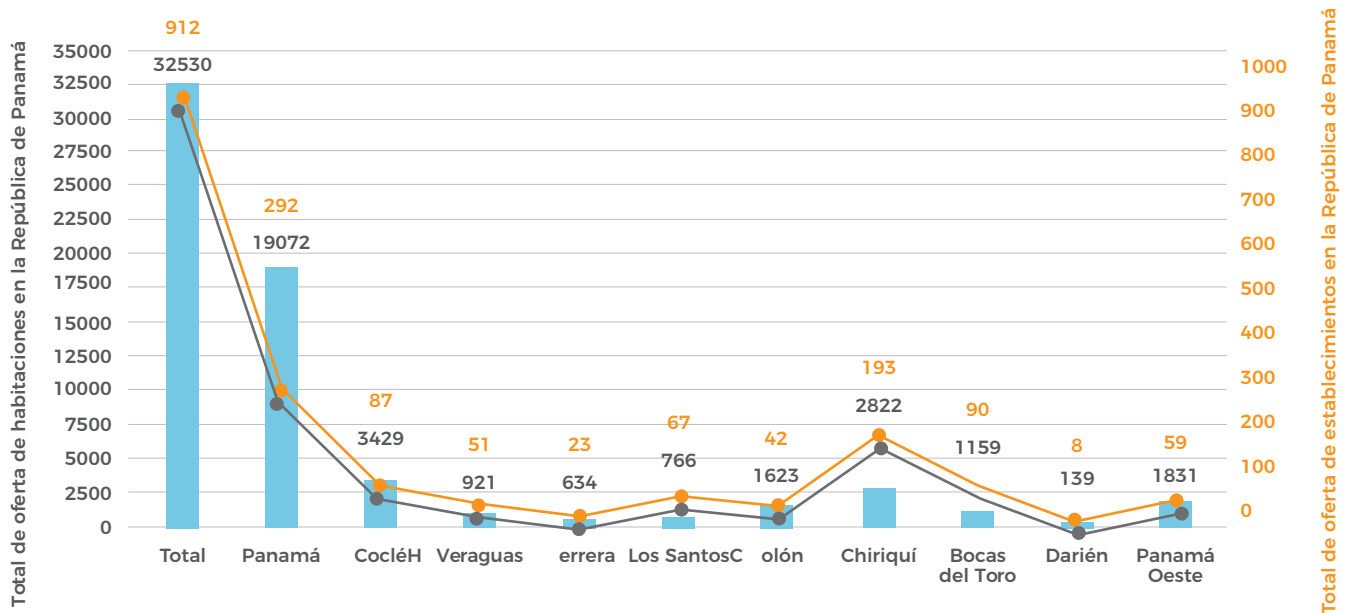


Figura 9. Número de camas (negro) y establecimientos (naranja) por provincia.

Del análisis de la Figura 9 y Figura 10, la provincia de Panamá concentra el 38% de las empresas de hospedaje registradas y el 61% de la oferta total de habitaciones (un 61% de la oferta total se da en habitaciones en Hotel). El número de habitaciones promedio de los establecimientos varía desde las 65 habitaciones por establecimiento en Panamá a 17 en Darién, siendo la media de 36 habitaciones por establecimiento.

9. Autoridad de Turismo de Panamá (ATP)

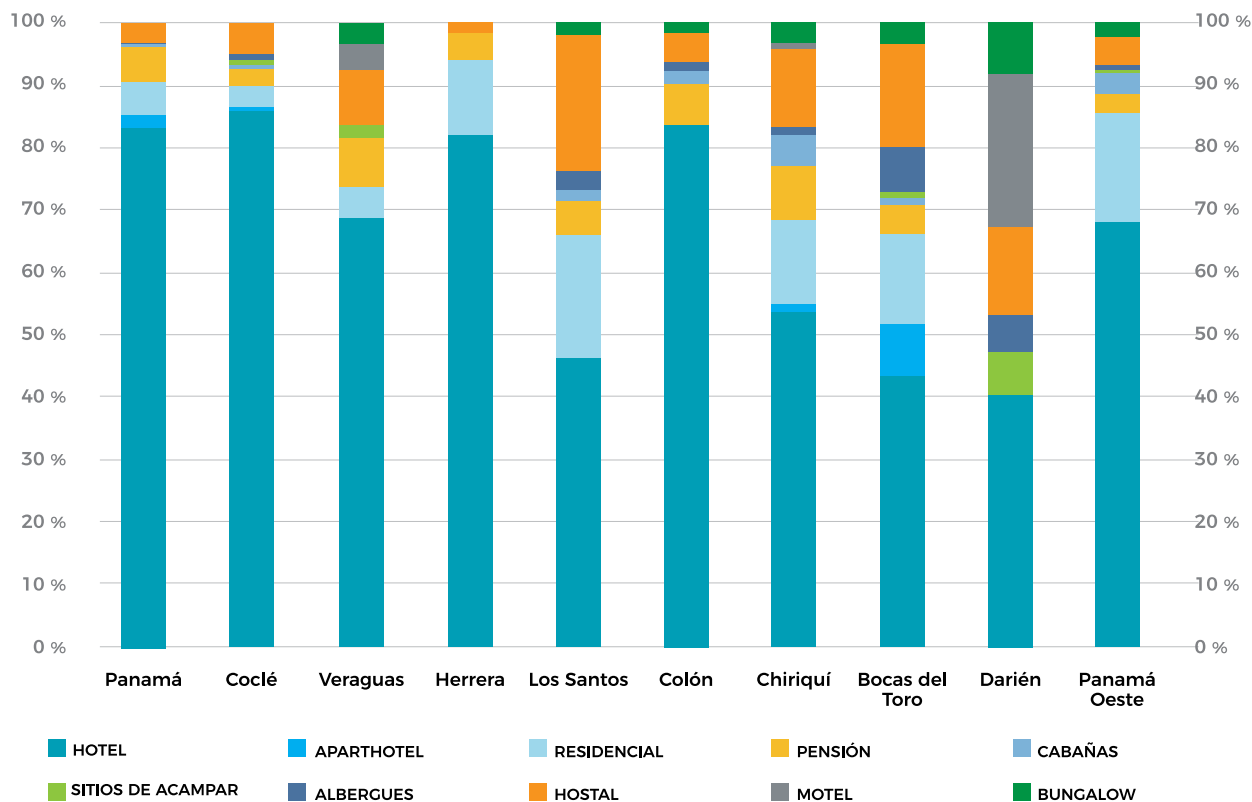


Figura 10. Distribución porcentual de tipo de establecimientos por provincia.

En la Figura 11 se muestra la cantidad de habitaciones por alojamiento por tipo de establecimiento y provincia. En el caso de hoteles, el número promedio de habitaciones por establecimiento es de 131 en Panamá, 118 habitaciones en Coclé, 107 en Panamá Oeste y 98 habitaciones en Colón, estando el resto de las provincias por debajo de 50. Incluso en los demás rubros, la relación habitaciones por establecimiento está por debajo de los 50 e incluso más cercana a 25 habitaciones por alojamiento. No se encontraron datos de cantidad camas por habitación o de consumo específico de energía para agua caliente sanitaria por establecimiento, habitación o camas.



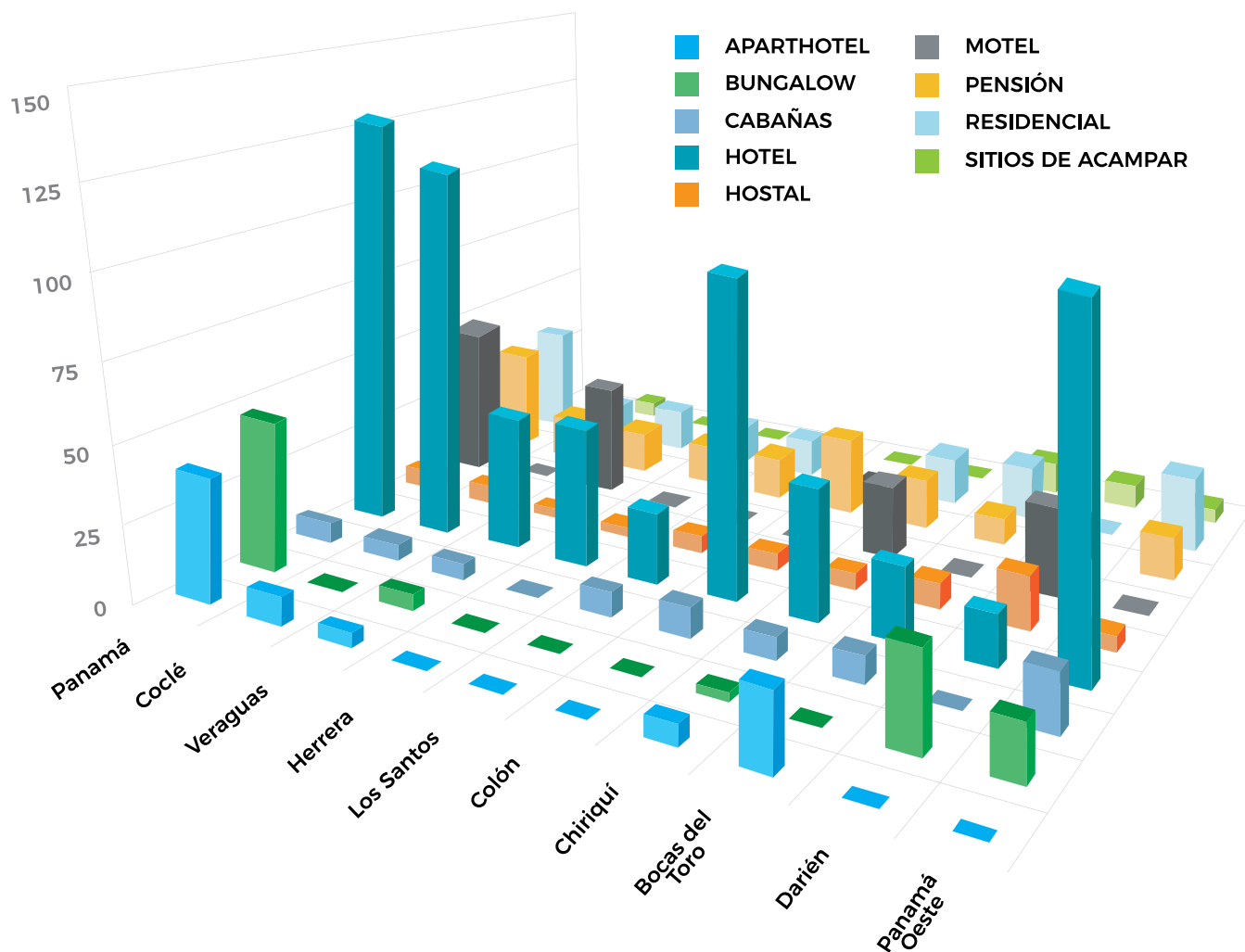


Figura 11. Habitaciones por establecimiento de hospedaje para todas las provincias de Panamá.

Tampoco se cuenta con los detalles del uso de combustible, GLP o electricidad en el sector hotelero para el calentamiento de agua. Un dato que sí se encuentra en el plan energético nacional (SNE, 2016) es que el 2,6% del consumo de Diesel histórico fue para el sector comercial, dentro del cual se incluyen a los establecimientos hoteleros.

A los fines de estimar un potencial de equipos para el sector hotelero, cada una de las 32.530 habitaciones disponibles debe tener algún equipo de calentamiento de agua disponible o bien su equivalente energético de un sistema centralizado.

Adicionalmente a los equipos de las habitaciones, debe existir algún equipo básico para los 912 establecimientos que provea de agua caliente al restaurante o buffet del mismo. Panamá no cuenta con información acerca de la distribución de restaurantes dentro de los alojamientos.

Aplicando los parámetros de estimación de consumo de agua caliente descritos en la Tabla 5, es posible determinar la cantidad de litros de agua caliente diarios que requerirían todos los alojamientos de Panamá, suponiendo una ocupación del 100%. La cantidad total de litros estimados de agua caliente diaria se muestran en la Tabla 6.

Establecimiento	Camas	Litros/día	Litros diarios totales
Hotel	25,149	70	1,760,430
Aparta-hotel	498	70	34,860
Residencial	2,269	55	124,795
Pensión	1,794	35	62,790
Cabañas	348	55	19,140
Sitios de acampar	40	40	1,600
Albergues	290	40	11,600
Hostal	1,734	40	69,360
Motel	137	55	7,535
Bungalow	271	40	10,840

Tabla 6. Demanda diaria de litros de agua por cama y tipo de establecimientos estimada en base al PCT.

De la misma manera y a los fines de estimar el área necesaria de colectores para satisfacer la demanda de la Tabla 6, se aplica la relación descrita en la ecuación (1) de 100 l/m² y se obtiene que serían necesarios unos **21.029 m²** colectores para aportar al calentamiento de agua del sector hotelero considerando solamente el agua caliente que requieren las habitaciones.

Adicionalmente a ello, es necesario agregar las lavanderías y restaurantes asociados a los hoteles. En algunos casos poseen lavanderías propias y en otras se tercerizan los servicios. No existe información acerca de que hoteles tienen lavandería y restaurante propio o tercerizado ni tampoco acerca de su consumo real en estas aplicaciones concretas.

De acuerdo a la Tabla 5 y considerando el lavado de las sábanas y accesorios de la cama, junto con las toallas que utiliza una persona por cama, es posible estimar unos 3 kilos de ropa de lavado por día/cama (ver pesos de cada elemento en: Dialhogar, 2019). Estos números implican que para las camas disponibles existe un consumo adicional de agua caliente de lavado de 390.360 litros diarios y que siguiendo la misma relación de V/A mencionada anteriormente se constituyen en **3.903 m²**.



En lo que refiere a restaurantes dentro de los hoteles, es posible suponer que cada una de las camas tomará un desayuno por la mañana. Se estiman unos 5 litros por desayuno por cama, convirtiéndose así en una demanda adicional de 162.650 litros de agua caliente diaria o unos 1.626 m³. En el caso del almuerzo y cena, no todos los hoteles tienen esos servicios. No obstante sería razonable estimar que al menos un 30% de los huéspedes almuerzan o cenan en el hotel. De esta manera, existe una demanda adicional agua caliente sanitaria de 162.650 litros de agua caliente diaria o unos 1.626 m³ de colectores solares.

Sumando todas las aplicaciones mencionadas se obtiene un total potencial de 28.184m² de colectores solares. Este total considera solamente la cantidad actual de alojamientos y camas. No considera ningún tipo de incremento en la cantidad de instalaciones para alojamiento a futuro, sino que solamente fundamenta las estimaciones de provisión de agua caliente al 100% de la capacidad de alojamiento actual.

Sector Salud

Según la última información del Ministerio de Salud de Panamá (MINSAL, 2019), a diciembre de 2018 existían un total de 924 establecimientos de salud de los cuales 84 estaban fuera de funcionamiento por alguna causa.

Para el mismo período, se contaban con 9,630 camas de las cuales 4,769 corresponden al Ministerio de Salud, 3,881 a la CSS y 980 son particulares o bien de la Universidad o algunas otras instituciones. Los establecimientos de salud en Panamá se dividen en tres niveles de atención según se describe la Tabla 7. Las camas no se distribuyen equitativamente en los 3 niveles sino que se encuentran primordialmente en los Niveles II y III.

Nivel I	Nivel II	Nivel III
Centro	Policlínicas	Hospital nacional
Sub-centro	Policentro	
Puestos de salud	Hospitales regionales	
61%	32%	7%

Tabla 7. Niveles de atención del sistema de salud de Panamá.

La Figura 12 muestra la distribución de establecimientos por provincia, la Figura 13 muestra la distribución de camas por provincia y la Figura 14 muestra la distribución de cama por provincia y especialidad médica.

No existe información estadística acerca del consumo de agua caliente de los establecimientos de salud.

Del análisis de la Figura 12, Figura 13 y la Figura 14, se desprende que no todos los establecimientos de salud poseen camas. No obstante, todos los establecimientos de salud deberían poseer, por cuestiones de higiene y sanidad, al menos un equipo de calentamiento de agua.

924 Establecimientos en todos los niveles

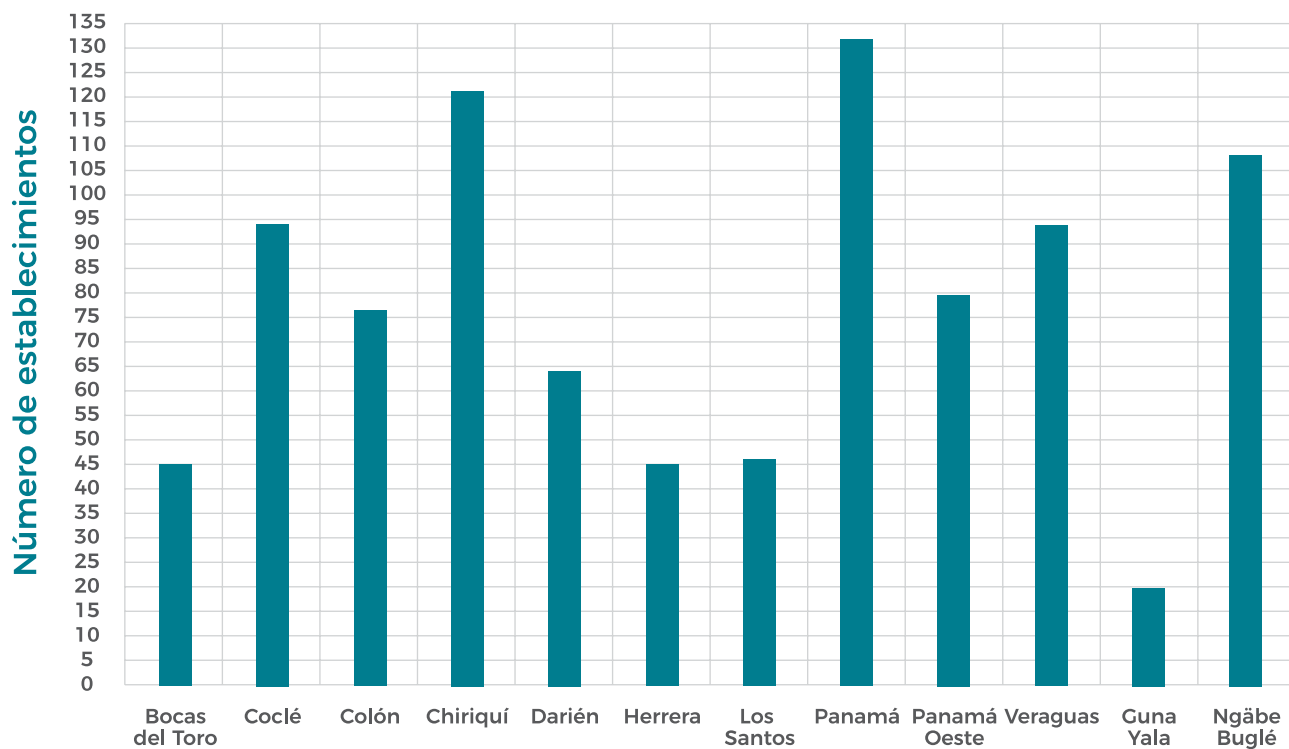


Figura 12. Distribución de establecimientos de salud por provincia.

Total de camas 9,630

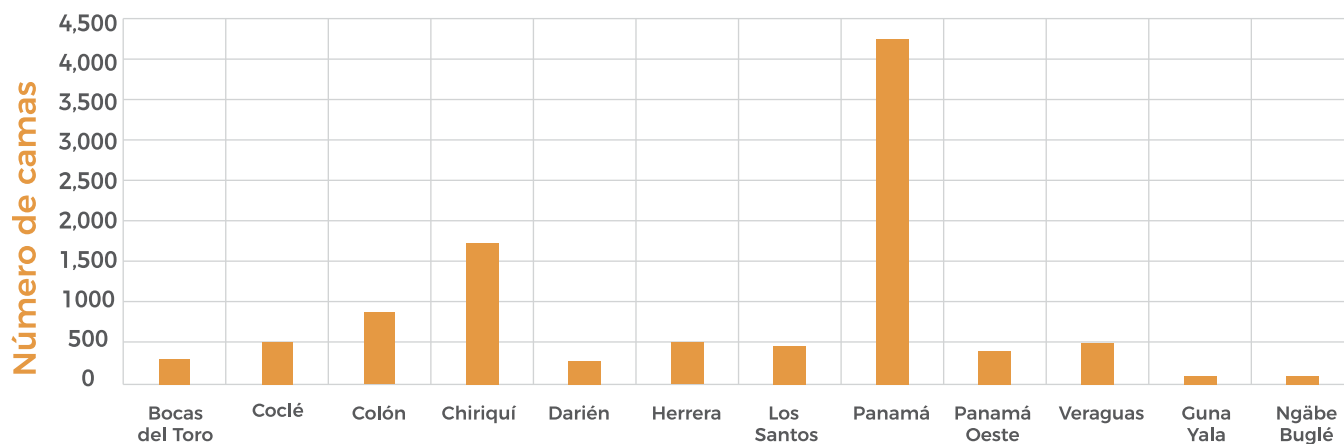


Figura 13. Total de camas disponibles por provincia en Panamá.

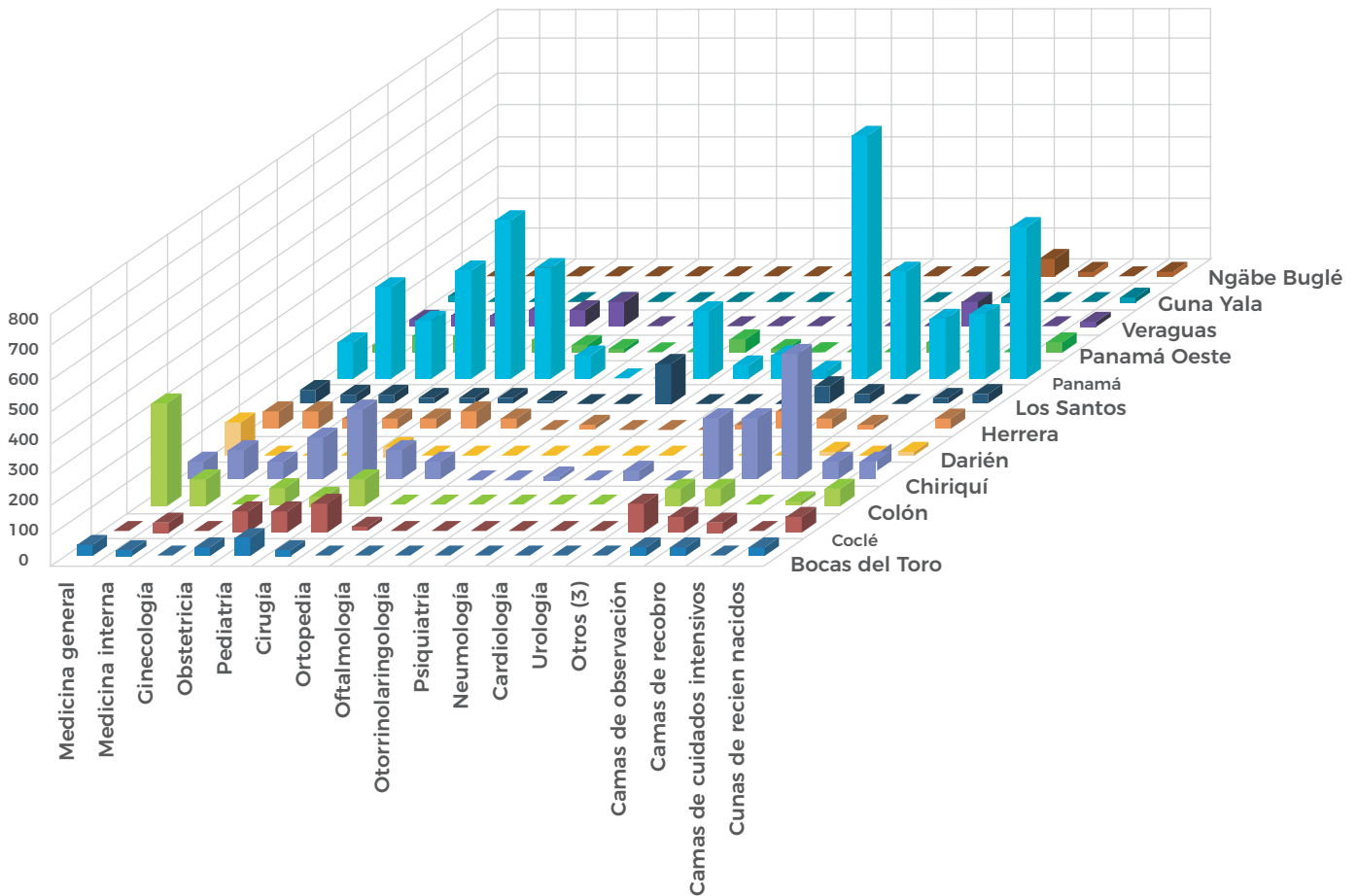


Figura 14. Total de camas disponibles por especialidad y provincia en Panamá.

En lo que refiere a las camas, para un total de 9,630 camas, y teniendo en cuenta la referencia de la Tabla 5, se requieren **529,650** litros de agua caliente sanitaria por día. De acuerdo con la relación aconsejada de V/A, es posible estimar un total **5,290 m²** de colectores.

Por otro lado, cada cama requiere un lavado diario de sábanas y toallas. Tomando como referencia lo establecido en el análisis del lavado diario del sector hotelero, se requieren unos 115,560 litros de agua por día que se constituyen en 1,155 m² de colectores solares con sus respectivos tanques.

Adicionalmente, todos los establecimientos que cuentan con camas, también tienen servicio de buffet o restaurante para los pacientes. Considerando los 5 litros de agua por comida recomendado en la Tabla 5, el total asciende a 192,600 litros diarios de agua caliente o 1,926 m² de colectores.

Como última estimación, es necesario que cada centro de salud tenga al menos un equipo con el cual obtenga agua caliente, independientemente si tiene camas o no. En este caso es posible suponer un típico equipo termosifónico de 2m² de área de colector por establecimiento, descontando aquellos que ya poseen un equipo solar térmico debido a que tienen camas. De esta manera, el número asciende entonces a 1,728m² de colectores.



Sumando todas las aplicaciones mencionadas del sector salud se obtiene un total potencial de 10,099 m² de colectores solares.

Sector Agro-industrial

En Panamá, la actividad industrial está esencialmente ligada al sector agropecuario y al sector construcciones. El sector industrial es el cuarto mayor consumidor de energía eléctrica y el segundo consumidor de combustibles en el país.

Del informe de escenarios del plan energético nacional 2015-2050 (SNE, 2016), se desprende que en lo que refiere al consumo de diésel, el sector industrial representa un 36.9% del consumo total histórico (se excluye el diésel utilizado para la generación de electricidad). No existe información acerca del consumo de GLP y los demás combustibles.

Producción Agrícola

De acuerdo con las publicaciones del Centro Nacional de la Competitividad de Panamá (CNC, 2018), la producción agrícola está bastante diversificada pero no todos los rubros se producen a grandes escalas. A continuación, se mencionan los más importantes, así como su distribución por provincia:

- **Caña de azúcar.** La producción de caña de azúcar, para el 2015 cuenta con una superficie sembrada a nivel nacional de 30,397 hectáreas que se ha ido incrementando en los últimos años, obteniendo una producción de 2,173,277 toneladas. La producción nacional se concentra en cuatro provincias que son: Coclé con 1,153,040 toneladas (53.1%), Veraguas con 417,010 toneladas (19.2%), Chiriquí con 412,000 toneladas (19.0%) y Herrera con 191,227 toneladas (8.8%).

- **Café.** La producción de café, para el 2015 fue de 164,541 quintales a nivel nacional. Este producto ha mostrado un decrecimiento en los últimos años. Sin embargo, es un producto con las condiciones adecuada de producción se pueden cotizar en mercados internacionales a un buen precio como, por ejemplo, el café tipo Geisha. Los principales productores del café de distribuyen de la siguiente manera: Chiriquí 77.6%, Coclé 6.5%, Darién 1.9% y el resto de las provincias 14%.

- **Maíz.** El maíz para el 2015 se produjeron 3,109,100 quintales a nivel nacional, mostrando un comportamiento variante en el período 2006 al 2011 y posteriormente un crecimiento sostenido. La producción de maíz se concentra en la región de Azuero, siendo Los Santos el mayor productor con 57.0% y Herrera con 20.4%. El resto de la producción se divide entre Chiriquí con 11.0%, Veraguas con 4.4%, Coclé con 2.1% y el resto de las provincias con 5.2%.

- **Frijol.** En cuanto a la producción de frijol de bejuco para el 2015 obtuvieron 90,100 quintales a nivel nacional. El frijol ha tenido un descenso en los últimos años. Los principales productores del rubro es Chiriquí y Veraguas con el 57.4% y 11.1% respectivamente y el resto de la producción se divide de la siguiente manera: Darién 6.2%, Herrera 5.1%, Los Santos 3.3% y Coclé 3.3% y el resto de las provincias 13.5%.





- **Arroz.** El arroz es el grano mayormente consumido por los panameños, para el 2015 se produjeron 5,653,100 quintales a nivel nacional. La producción de arroz se distribuye de la siguiente manera: Chiriquí 29.5%, Veraguas 21.7%, Coclé 17.9%, Los Santos 13.2%, Panamá 7.3% y el resto de las provincias 10.3%.

- **Melón.** La producción de melón se concentra en la región de Azuero que representa el 83.7%. Dicha producción se divide en Los Santos con el 47.1% que equivale a 44,951 quintales y Herrera con el 36.6% que equivale a 34,888. El resto de la producción se realiza en Coclé con el 14.9% y en Chiriquí con el 1.4%. La suma de las cuatro provincias para el 2015 hizo un total de 95,378 quintales, lográndose exportar 84,640 quintales que representa el 88.7% de la producción. Las exportaciones de melón han ido aumentando desde el 2012 y sus principales mercados son Estados Unidos y Europa.

- **Sandía.** La sandía obtuvo una producción en el 2015 de 681,658 quintales a nivel nacional. El principal productor de rubro es Veraguas con el 35.9% que equivale a 244,726 quintales, el resto de la producción se divide de la siguiente manera: Herrera 18.2%, Chiriquí 13.8%, Panamá 13.1%, Los Santos 10.8% y el resto de las provincias 8.1%. La exportación de sandía para el 2015 represento el 49.7% de la producción nacional que equivale a 339,110 quintales exportados.

- **Piña.** El principal productor de piña es la provincia de Panamá en la región oeste en el distrito de Capira, que desde el 2013 se crea Panamá Oeste como provincia representa el 68.5%, que equivale a 1,879,416 de quintales de la producción total. El resto de la producción se encuentra en Chiriquí 25.5%, Coclé 5.8% y Herrera 0.1%. Para el 2015 la producción nacional de piña fue de 2,742,503 quintales de las cuales se exportaron 45,979 quintales que representa el 1.7% de la producción. Las exportaciones han caído en los dos últimos años 28.1% y 31.4% respectivamente.

Producción Pecuaria

En Panamá se crían diversas especies de animales para la producción de carne o sus derivados. Las actividades más desarrolladas son la cría de ganado vacuno y porcino y la producción avícola.

- **Ganado vacuno.** El ganado vacuno es mayormente utilizado para la producción de carne y leche, el país cuenta con una existencia de 1,539,000 cabezas de ganado para el 2015, con un comportamiento decreciente desde el 2013. La existencia de ganado se distribuye de la siguiente manera de mayor a menor: Chiriquí 20.9%, Veraguas 16.9%, Los Santos 13.8%, Darién 12.2% y el resto de las provincias 36.2%. En promedio se sacrifican 358,000 cabezas de ganado vacuno que representan un 23% de la existencia, sin embargo, se puede decir que el resto 77% incluye las crías y el ganado lechero y ceba, ya que las estadísticas no cuentan con dicha clasificación.

- **Ganado porcino.** La cría de ganado porcino cuenta con una existencia a nivel nacional de 461,840 cabezas en el 2015, la actividad ha presentado una disminución ínfima en los dos últimos años. La cría de ganado porcino se distribuye de la siguiente manera de mayor a menor mencionando lo más relevantes: Los Santos 24.4%, Chiriquí 14.2%, Veraguas 12.0%, Panamá Oeste 11.0%, Herrera 9.6% y el resto de las provincias con 28.9%. En el caso del ganado porcino se sacrifica alrededor del 72%, ya que el proceso de cría es mucho más corto que del ganado vacuno.

- **Producción avícola.** La producción avícola a nivel nacional registraba 23,916,000 pollos en el 2015, mostrando una tendencia mayormente positiva con interrupciones en algunos períodos como muestra la gráfica. La distribución de la cría de pollos se divide de la siguiente manera: Panamá Oeste 37.8%, Panamá 21.4%, Veraguas 17.0%, Coclé 8.0%, Chiriquí 5.6% y el resto de las provincias 10.1%. Según el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), para el 2015 se produjeron 139.9 millones de kilos de carne de gallina a nivel nacional, reflejando una disminución de 3.5% con respecto al año anterior.

El sector agropecuario no tiene un uso directo de agua caliente sanitaria aunque si es necesaria en varios procesos que intervienen en la cadena de suministro. Por ejemplo, la cría de ganado o de pollo no requiere de agua caliente, pero las instalaciones donde se procesan si, por cuestiones de sanidad e higiene. Lo mismo ocurre en el caso de los cultivos agrícolas. El agua caliente es necesario en los procesos anexos a la actividad y no en la actividad en sí misma.



Industria manufacturera

Actualmente y de acuerdo con el sindicato de industriales de Panamá (SIP, Informe económico Industria, 2018), el sector manufacturero constituye aproximadamente 5.1% del PBI de Panamá. Durante la última década, el 80% de las actividades del sector manufacturero se han concentrado en 12 actividades, dentro de las cuales el sector de alimentos y bebidas es la rama de actividad con mayor un peso, alcanzando un 22% del total de la producción industrial nacional (SIP, 2015). La Tabla 8 muestra el aporte de cada agrupación industrial al total de la industria manufacturera Panamá.

Agrupación Industrial	Participación % dentro del total
Fabricación de vidrio y productos de vidrio.	10.9%
Actividades de edición.	9.6%
Fabricación de carrocerías para vehículos auto-motores; fabricación de remolques y semi- rremolques.	9.4%
Fabricación de productos minerales no metálicos.	9.4%
Elaboración de bebidas.	7.2%
Elaboración de productos de molinería, de almidones y productos derivados del almidón y piensos preparados.	4.1%
Elaboración de otros productos alimenticios.	3.9%
Producción, elaboración y conservación de carne, pescado, frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas.	3.8%
Fabricación de productos primarios de metales preciosos y de metales no ferrosos.	3.4%
Fabricación de papel y productos de papel.	3.4%
Actividades de impresión y actividades de servicio conexas.	3.2%
Elaboración de productos lácteos.	3.1%
Fabricación de acumuladores y de pilas y baterías primarias.	3.1%
Fabricación de productos de caucho.	2.7%
Fabricación de otros productos químicos.	2.6%
Fabricación de otros productos textiles.	2.4%
Construcción y reparación de buques.	2.2%
Fabricación de productos de plástico, envases de plásticos y térmicos, cajas, botellas, bolsas.	2.0%
Fabricación de muebles y colchones.	1.9%
Industrias manufactureras, n.c.p.	1.4%
Fabricación de maquinaria de uso general.	1.3%

Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores y para sus motores, frenos.	1.2%
Fabricación de productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables.	1.2%
Adobo y teñido de pieles; fabricación de artículos de piel	1.2%
Fabricación de sustancias químicas básicas	1.2%
Fabricación de otros productos elaborados de metal; actividades de servicio prestada a fabricantes de productos elaborados de metal.	1.1%
Aserradero y acepilladura de madera	1.0%
Curtido y adobo de cueros; fabricación de maletas, bolsos de mano; artículos de talabartería; guarnicionería	0.7%
Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel	0.6%
Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos, embobinado de motores	0.4%
Fabricación de calzado, excepto de caucho y plástico	0.3%
Fabricación de tejidos y artículos de punto y ganchillo	0.0%

Tabla 8. Índice de valor de la industria manufacturera en la república según agrupación industrial: Promedio anual de 2013-2014.

Dentro de las industrias descritas en la Tabla 8, aquellas que tiene un uso intensivo de agua caliente son las asociadas a la industria de alimentos, la fabricación de productos químicos y la fabricación de productos textiles. El resto de las industrias posee algún uso de agua caliente, pero es menor en comparación con las mencionadas. En el caso de la industria de la madera por ejemplo, se pueden utilizar colectores de aire para el secado de las mismas.

De acuerdo con el informe de Calor Solar para procesos industriales de la Agencia Internacional de Energías Renovables,¹⁰ los procesos industriales de media y baja temperatura, es decir, a menos de 150°C, constituyen el 45% de los requerimientos de calor y es allí donde la solar térmica presenta un potencial de aprovechamiento.

Usualmente, los procesos industriales que utilizan un fluido térmico extraen el calor a temperaturas de alrededor de 60°C a través de la generación de vapor en vez de trabajar con sistemas de calentamiento a menores temperaturas. Este hecho genera gastos energéticos innecesarios y abre un potencial de inserción de la energía solar térmica para el aprovechamiento de calor para procesos industriales.

La Figura 15 muestra un resumen de las mejores aplicaciones de colectores solares en procesos de baja temperatura, de acuerdo con los resultados del proyecto Solar Payback, que analizó la incidencia de la energía solar térmica en los procesos industriales.¹¹

10. Agencia Internacional de Energías Renovables, traducido del inglés IRENA: International Renewable Energy Agency.

11. Solar Payback, 2019.

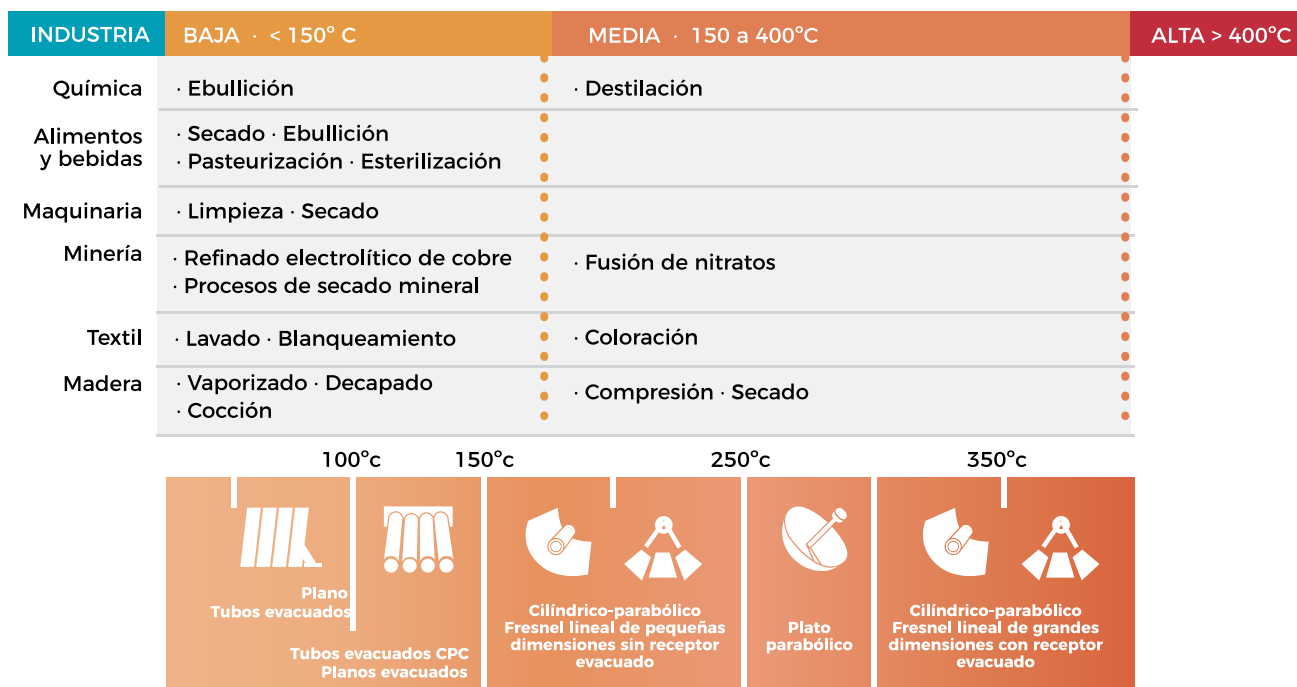


Figura 15. Tecnología de calentamiento solar más conveniente en función del tipo de proceso industrial. (Solar Payback, 2019)

Existen alrededor de 279 proyectos registrados que implementan energía solar térmica en el mundo.¹² La mayor parte de ellos están aplicados a procesos relacionados con la industria alimenticia. La Figura 16 muestra los rubros que presentan el mayor porcentaje de instalaciones a nivel mundial donde claramente se destaca la industria de manufactura de alimentos y bebidas.¹³

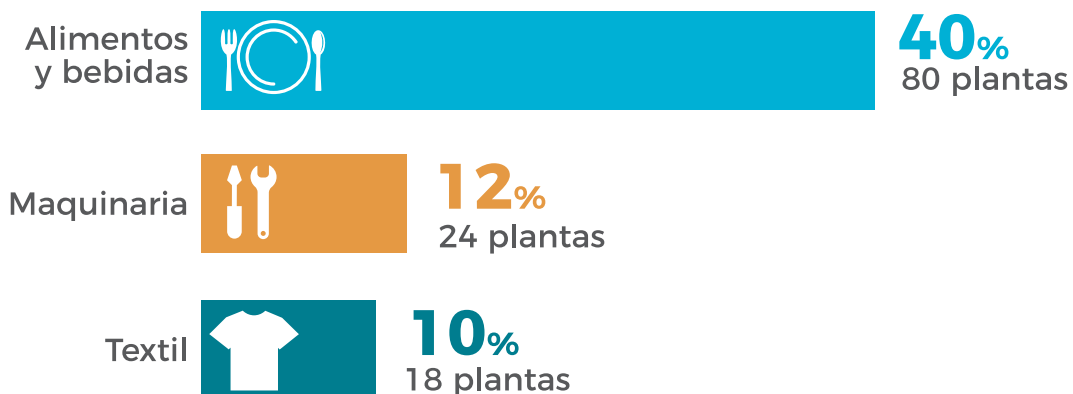


Figura 16. Distribución porcentual del tipo de industria que cuenta con energía solar térmica de apoyo al proyecto (Solar Payback, 2019).

12. SHIP Plants, 2019.

13. Solar Payback, 2019.

La determinación de potencial del aprovechamiento solar térmico a nivel industrial requiere un análisis de cada caso en forma específica. Resulta muy complejo definir un porcentaje de ahorro específico para un gran sector industrial ya que los tamaños y procesos son variables aún dentro de cada industria. A modo de ejemplo de aplicabilidad de la energía solar térmica a la industria cervecera (una manufactura principal en Panamá), tomando como referencia el trabajo de Hernandez, Muñoz, & Velázquez, 2011, es posible estimar el requerimiento de calor por cada litro de cerveza elaborado. De acuerdo con el análisis, el requerimiento específico de calor para el proceso es aproximadamente de 70% mientras que el de electricidad es del 30%. Teniendo en cuenta estas proporciones y en base al análisis de la industria española de fabricación cerveza, es posible estimar que cada litro de cerveza elaborada requiere de 0,8 MJ de energía térmica.

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos¹⁴, Panamá fabricó 275 millones de litros de cerveza en 2016, equivalente a unos 7,534,245 litros diarios. Suponiendo una eficiencia de conversión de sol en calor del 50% por los colectores y utilizando la media anual de irradiación sobre el plano horizontal en la zona con mayor potencial solar de Panamá estimada en 5.0 KWh/m²,¹⁵ se requerirían unos **30,000 m²** de colectores solares para alimentar el calor requerido para toda la producción de cerveza de Panamá.

De esta manera, si bien resulta difícil estimar el potencial de colectores solares de aplicación industrial, si se toma como referencia el caso mencionado para la industria cervecera, resulta razonable estimar inicialmente que el resto de las industrias podría eventualmente consumir otros 30.000m² de colectores solares, lo que resulta en un total potencial de 60.000 m² de colectores solares para ser implementado en todas las industrias de Panamá.



14 INEC, Estadísticas de producción de bebidas alcohólicas, 2018)

15 SolarGIS, 2019

Sector Residencial

En Panamá existen aproximadamente 917,817 hogares y una población de 4,037,043 personas.¹⁶ La distribución de la población no es pareja en todo el país, sino que se presenta una marcada heterogeneidad, tal como se muestra en la Figura 17.

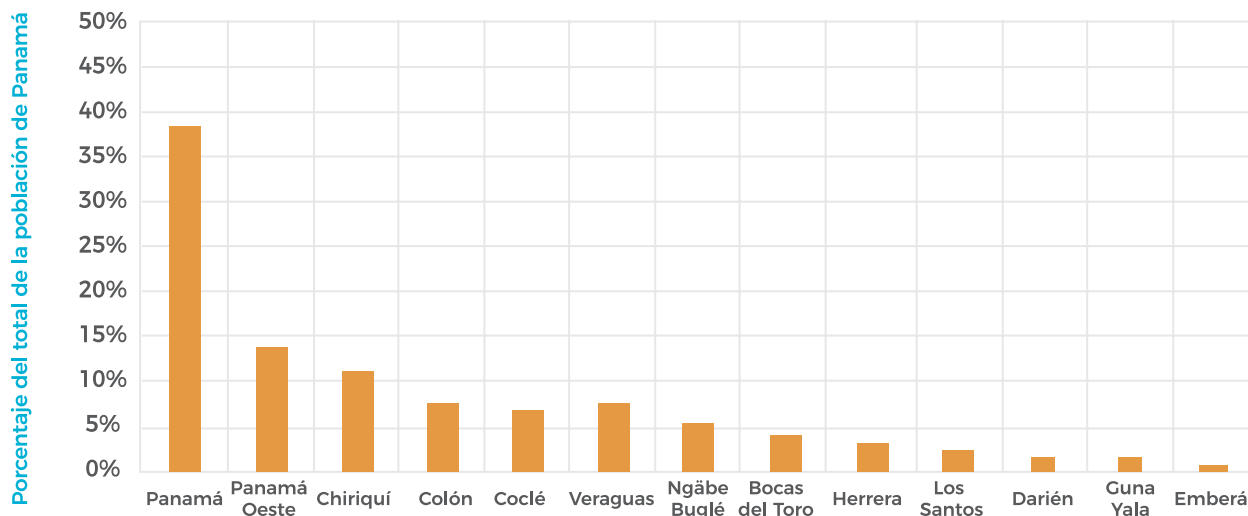


Figura 17. Distribución de la población en todas las provincias de Panamá.

Luego de la búsqueda de datos, una de las pocas fuentes de información encontrada fue el trabajo de OLADE, 2000, en donde se muestran los resultados de una encuesta realizada por la distribuidora eléctrica UNION FENOSA EDEMET-EDECHI sobre 320 clientes que demostró las duchas eléctricas para calentar el agua para bañarse se encontraron en el 28% de los hogares, mientras que los tanques de agua caliente (termotanques) solo en 4% y concentrados en el estrato más alto de consumo.

El uso de agua caliente sanitaria en Panamá ha sido poco estudiado. No se encontraron fuentes oficiales de información acerca de la tenencia de artefactos de calentamiento de agua a GLP, eléctricos o solares.

Del mismo trabajo surge que debido al clima cálido del área de ciudad de Panamá y sus alrededores el uso de agua caliente en los hogares es poco frecuente, de ahí que no haya estadísticas oficiales respecto del uso de calentadores de agua a nivel Residencial. Más aún, una parte importante de las casas no cuenta con un sistema de tuberías de agua independientes para agua fría y agua caliente, sino que solo cuentan con el sistema de agua fría.

Desde el año 2000 a la actualidad, la calidad de vida de los panameños y el acceso a infraestructura de saneamiento, electricidad y agua potable ha elevado los estándares de calidad de vida. De esta manera, utilizando como referencia el estudio mencionado y realizando una analogía con otros

¹⁶ INEC, 2019

países de la región, es posible estimar que aproximadamente el 50% de la población posee hoy en día algún tipo de sistema de calentamiento de agua, ya sea eléctrico, a GLP o solar. Estos porcentajes son similares a aquellos existentes en países de climatología similar como México y Barbados¹⁷ y resulta en una estimación inicial bastante razonable en función de la información relevada. Tomando esa base como premisa, deben existir al menos 458,908 equipos de calentamiento de agua para abastecer al 50% de los hogares.

Si se distribuye la población total de 4,037,043 personas entre 917,817 hogares, da como resultado aproximado unas 4 personas por hogar. Según la Tabla 5, a nivel Residencial se considera el uso de 50 L por persona día, generándose así un total de 200 L por día por hogar. Eso genera una demanda de volumen total diario de agua caliente sanitaria de 91,781,700 litros que se constituyen en un potencial de **917,817 m²** de colectores solares.



Crédito: Miguel Bruna, Unsplash

ÁREA POTENCIAL DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA EN PANAMÁ

Panamá cuenta con un amplio potencial para explotar sosteniblemente la tecnología solar térmica durante los próximos 35 años. La manera más rápida de iniciar a aprovechar el calor del sol es a través de la aplicación de sistemas de calentamiento solar de agua, los cuales representan la tecnología más sencilla con respecto al abanico de oportunidades que ofrece esta rama de la energía solar.

Este documento ha calculado exclusivamente el potencial para aplicar sistemas de calentamiento solar de agua en el país. Sin embargo, en la medida en que los usuarios finales se familiaricen con este sistema, la penetración de sistemas como enfriamiento solar podrá incrementarse (este sistema ya está siendo aplicado en la industria panameña y universidades públicas).

Potencial de implementación de sistemas de calentamiento solar de agua a nivel nacional

Sector	Potencial de m ² a instalar	MWh anuales ahorrados	Ton CO ₂ anuales evitadas	Ahorro en USD anual
Hotelero	28,184	21,138	4798	19,89,459
Salud	10,099	7574	2019	609,066
Agro-Industrial	60,000	45,000	11,993	3,618,572
Residencial	917,817	688,363	143,516	104,671,630
Total	1,016,100	762,075	162,325	110,888,727

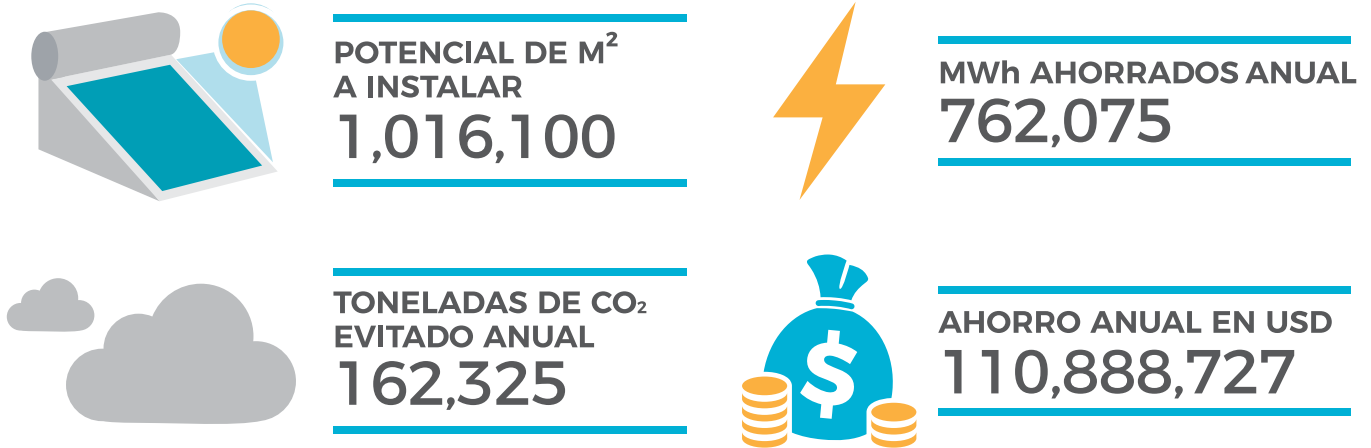
Tabla 9. Total de área potencial de colectores solares estimada para Panamá, el ahorro anual en MWh, las emisiones de CO₂ evitadas y los ahorros económicos que se obtendrían cada año por el uso de esa área potencial.

Si se suman todas las áreas potenciales descritas en los párrafos anteriores, se obtienen los números que se describen en la Tabla 9. En la misma tabla, se describe el ahorro energético, las emisiones de CO₂ y el ahorro económico anual para ese potencial.

Cada m² de colector solar genera 0,75 MWh anualmente en promedio en Panamá. La estimación de la energía fue realizada mediante el método f-chart¹⁸ y los detalles de la misma se describen en la Tabla 10.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ desplazadas y los costos asociados se consideró que el sector hotelero utiliza solamente GLP, el sector salud y agro-industrial utiliza gas oil y el sector residencial utiliza una mezcla de electricidad y GLP distribuida en proporciones similares (50/50).

18. John A. Duffie, 2013



Los factores de emisión utilizados para el cálculo fueron de 0,2269 TCO₂/MWh para el GLP;¹⁹ 0.2665 para el Diesel o Gas Oil²⁰ y 0,191 para la electricidad (El factor de emisiones corresponde a la actualización del 2017 provista por la SNE). El método para la estimación del CO₂ se describe en la sección correspondiente de este documento y se basa esencialmente en multiplicar la energía generada por los CSA y el factor de emisión correspondiente al combustible que desplaza.

Para el precio del GLP por cada Kg se tomaron como referencia los precios de Panagas, el cilindro de 60 Lbs tiene un costo aproximado de 36,15 balboas,²¹ y de Tropigas, donde el cilindro de 100 lbs tiene un costo aproximado de 58,30 balboas.²² Para el precio del MWh de electricidad, se tomó como referencia el precio sin el subsidio. Cuando se aplica el subsidio del FET y/o FTO, la tarifa eléctrica baja considerablemente.²³

Para el precio del Gas Oil o diesel se tomó como referencia el precio del combustible en los surtidores.²⁴ El cálculo del ahorro fue realizado en equivalencia de energía, de tal manera que la energía generada por los CSA equivale a una cierta masa de cada combustible analizado, y conociendo el precio de la misma, se obtiene el ahorro que se muestra en la Tabla 9.

Si el total potencial estimado fuese real hoy en día y además, se divide ese número entre la población actual de Panamá (4,037,043), se obtiene que habría un total instalado de 0.25m² per cápita. Para ello resulta útil hacer una comparativa regional con respecto al área instalada en otros países de Latinoamérica.

19. <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph240/rajavi2/docs/co2highlights.pdf>

20. (<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/1.-inventario-geis-energia.pdf>)

21. <http://panagas.net/precios-actualizados/>

22. http://www.tropigas.com.pa/?page_id=3020.

23. (https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/electricidad/tarifas/01_tarifas_clientes_regulados/tarifas_2019-2022/1_semestre_tarifas_2019.pdf?t=1546871554).

24. (https://es.globalpetrolprices.com/Panama/gasoline_prices/)



Comparativa regional

De acuerdo con el informe “Estudio de casos de normas de calidad, procedimientos de verificación e instrumentos de información al consumidor para calentadores de agua solares en países de América Latina y el Caribe 25, los diferentes países de la región Latinoamericana presentan diferentes grados de evolución del mercado solar térmico y que éste se ve reflejado en la superficie total de colectores solares instalada.

Casos de éxito como Barbados, Brasil y México son el resultado de 10 a 15 años de aplicación de diferentes políticas de promoción del uso de calentadores solares. Uruguay, Chile y Colombia están comenzando a transitar el camino al desarrollo de un mercado solar térmico. La Figura 18 muestra la evolución del área total instalada desde el 2011 al 2017 en cinco países de Latinoamérica.

El análisis de la Figura 18, muestra que Brasil es el que posee la mayor área de calentadores solares de agua (CSA) instalada, seguido por México. En tercer y cuarto lugar se ubican Chile y Uruguay y finalmente tenemos a Barbados y Colombia. Sin embargo, el dato de superficie instalada no informa sobre el grado de penetración de esta tecnología en cada país. Para ello es mejor recurrir al área de calentadores solares de agua (CSA) instalada per cápita en cada país o región. La Figura 19 muestra el área per cápita para los mismos países. Del análisis de la Figura 19 se observa que el país con mayor grado de penetración de la tecnología solar térmica es Barbados con casi 0.7 m² per cápita, seguido de Brasil con 0.06 m² per cápita y el resto de los países se ubican entre 0.01 y 0.02 m² per cápita.

25. Fundación Bariloche, 2018

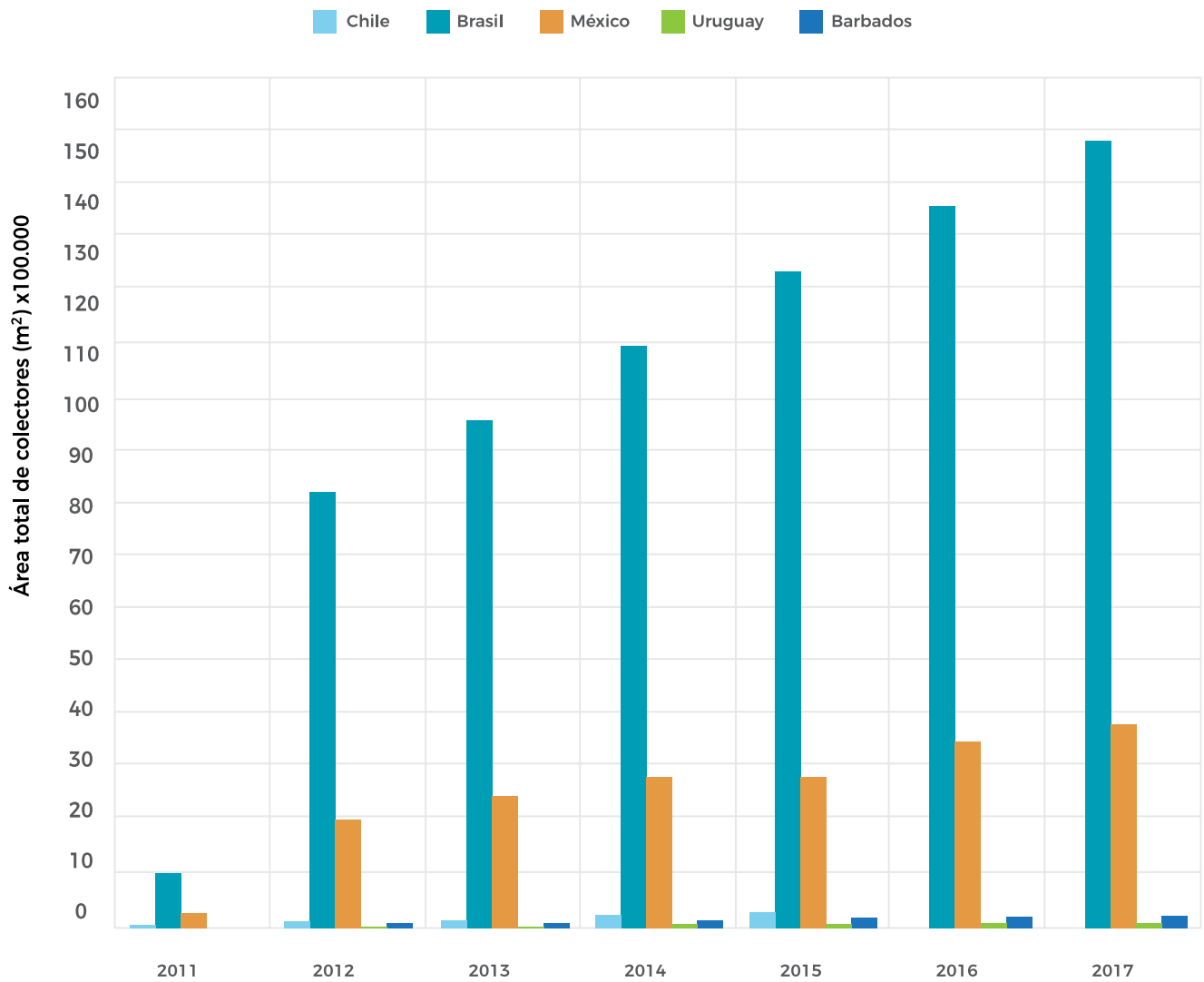


Figura 18. Área total de colectores solares instalada en cinco países de Latinoamérica entre 2011 y 2017.
 (Elaboración propia en base a informes Solar Heat Worldwide 2012 a 2018)



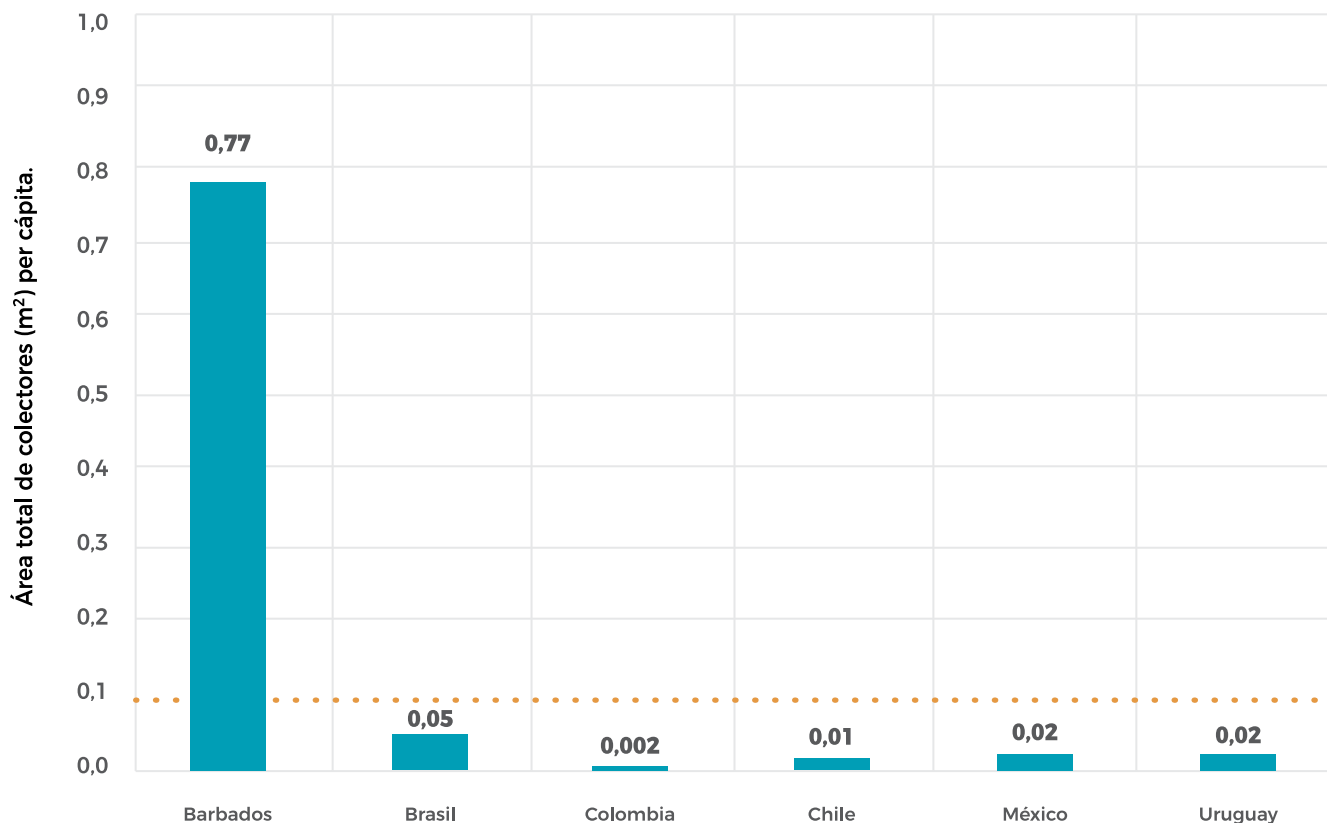


Figura 19. Área de colectores solares per cápita en diferentes países de Latinoamérica.

Esta información permite identificar cuál es el impacto real de la tecnología en su contexto local. El área total indica el volumen del mercado, mientras que el área per cápita permite identificar la penetración de esa tecnología en su contexto local y nacional. Si bien es cierto que Brasil o México poseen un área total instalada notablemente mayor que Barbados, también es cierto que su población es sustancialmente mayor, y que por tanto, alcanzar el grado de penetración de la tecnología que posee Barbados requerirá que Brasil y México instalen 11 veces más y 31 veces más, respectivamente, el área de colectores que poseen instalada actualmente.

Realizando una comparación con el resto del mundo, un alto grado de penetración del mercado se alcanza cuando la superficie instalada alcanza un valor de 0.5 m² per cápita. La Figura 15 muestra el área per cápita instalada en diferentes países con un alto grado de penetración de CSA en contraposición con otras regiones del mundo, incluyendo Latinoamérica.

Del análisis de las figuras anteriores, es posible interpretar que es el área per cápita el indicador que muestra la situación real del mercado. Retomando el potencial de 0,25 m² per cápita mencionado en el apartado anterior y definiéndolo como meta, resulta pertinente plantear un horizonte de tiempo en el cual desarrollar el crecimiento del mercado solar térmico. Para ello, se realizó una estimación del crecimiento del mercado solar térmico basado en una comparativa regional y una estimación basada en las proyecciones del aumento poblacional de Panamá al 2050.

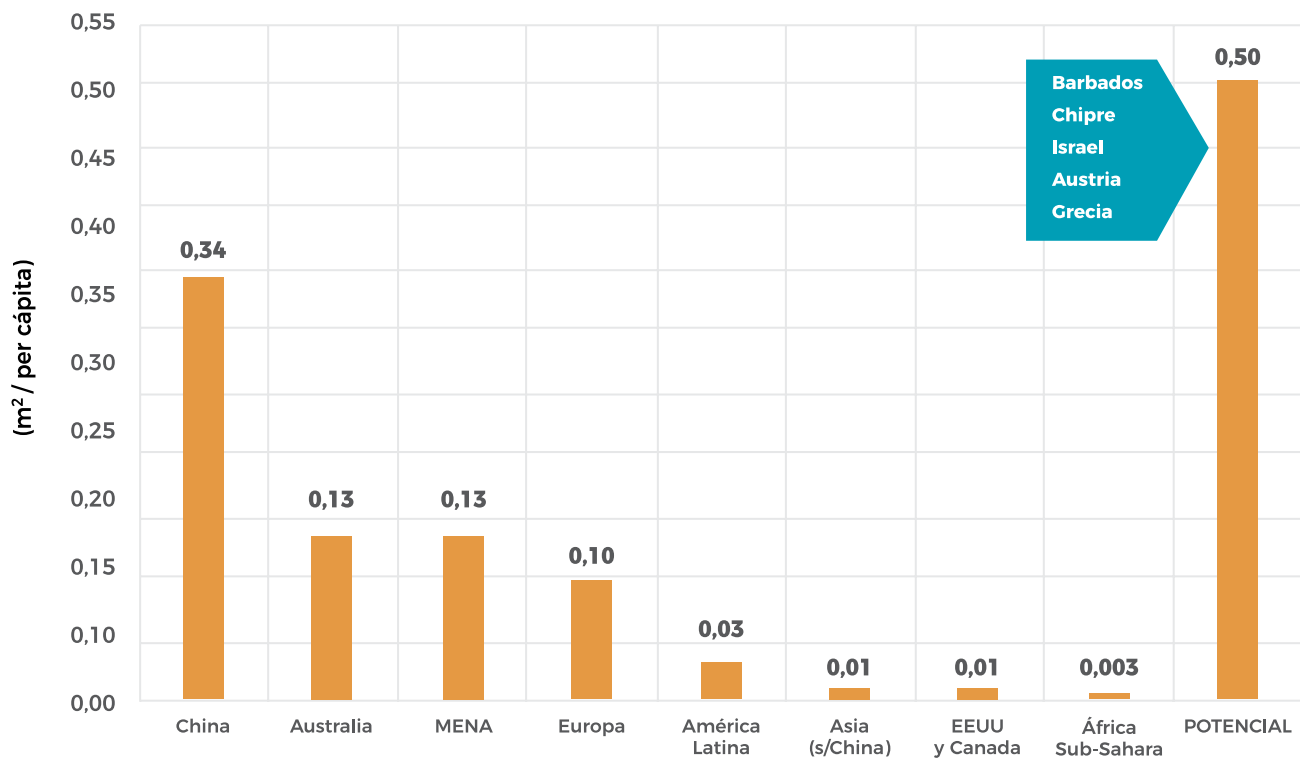
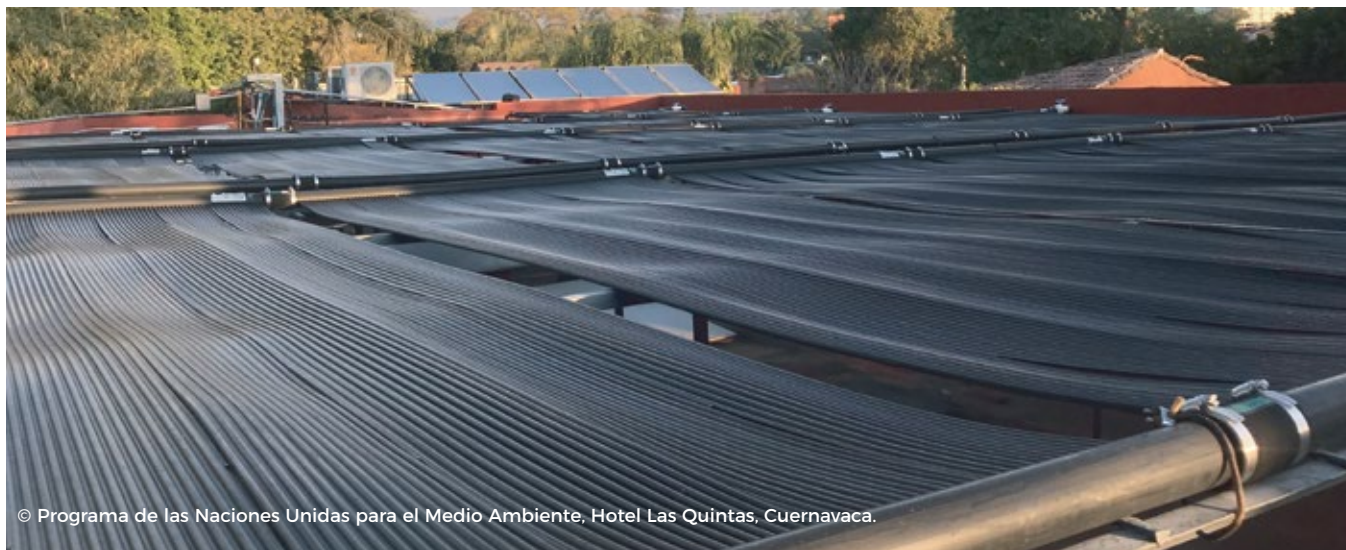


Figura 20. Área per cápita instalada en diferentes regiones del mundo en comparación con el potencial de 0,5 m² ya alcanzado por algunos países. (MENA: acrónimo en inglés correspondiente a Middle East and North Africa; Oriente Medio y Norte de Africa). (IEA, 2019)

Para el caso de la comparación regional, la Figura 21 muestra los años de desarrollo del mercado solar térmico en diferentes países de América Latina. De este análisis se puede inferir, que Barbados ha requerido 35 años para alcanzar 0.7 m² per cápita, seguido de Brasil con 10 años para 0.06 m² per cápita y el resto de los países con 10 años también para alcanzar 0.01 y 0.02 m² per cápita.

Tomando el valor máximo de los crecimientos mencionado (datos de Brasil) podemos estimar unos optimistas 0.06 m² per cápita cada 10 años, lo que colocaría a Panamá en unos 0.2 m² per cápita en 2050.



© Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Hotel Las Quintas, Cuernavaca.

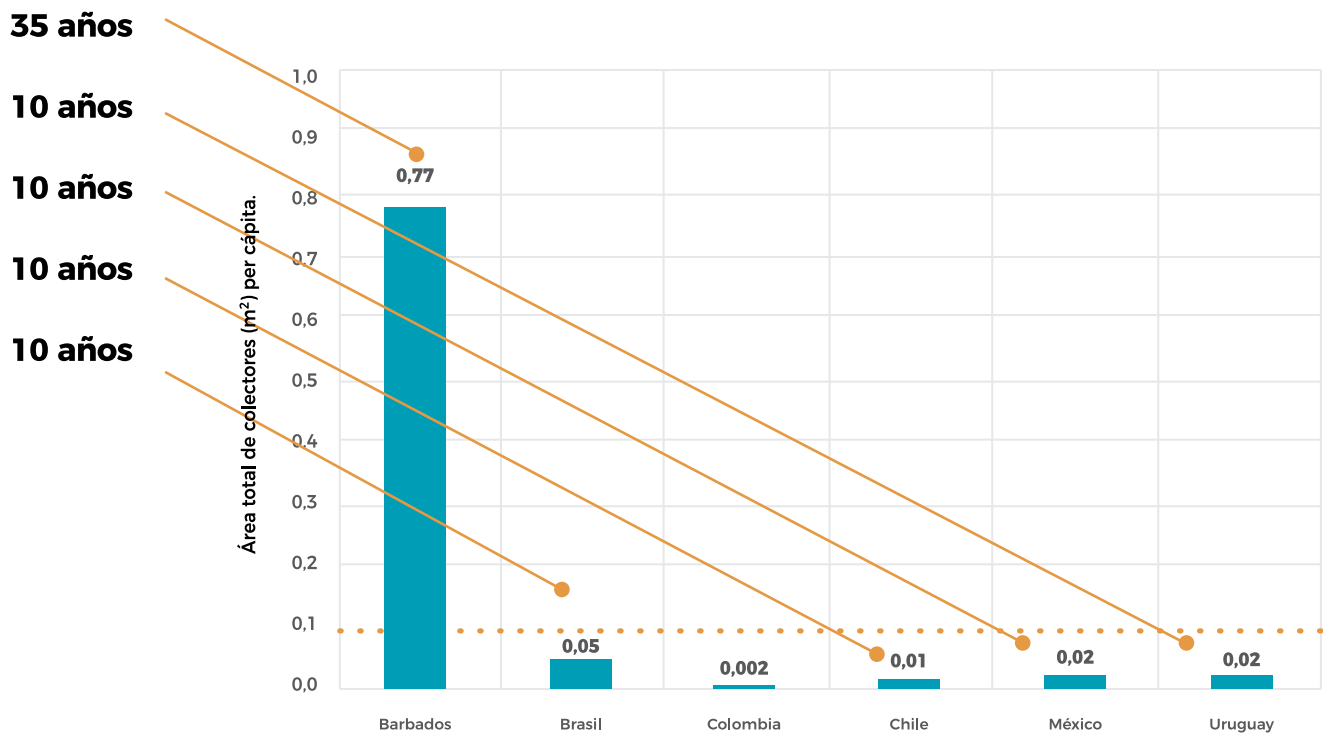


Figura 21. Tiempos de desarrollo de diferentes mercados solares térmicos de América Latina.

El proyecto Termosolar Panamá, tiene por objetivo dejar instalados 3,220 m² de colectores solares al 2021 en los diferentes sectores involucrados. Adicionalmente, la difusión de la información y los resultados debe ayudar a difundir la tecnología, de tal manera que al 2026 se cuente con un total de 16,600 m² en los diferentes sectores que participan del proyecto. Luego de este año y tomando como referencia el crecimiento poblacional de Panamá al 2050 de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019), es posible definir tres escenarios de crecimiento:

1) Escenario conservador. Del 2026 en adelante el crecimiento del área de colectores instalada sigue la curva de incremento poblacional y se crean nuevos hogares para albergar a los nuevos pobladores. Estos nuevos hogares ya incorporan desde su concepción CSA. Por cada nuevo hogar anual, hay 2 m² adicionales de colector que se instalan²⁶. Este escenario limita el crecimiento del área de colectores exclusivamente a los nuevos hogares de Panamá.

2) Escenario medio. En base a los resultados de las políticas de promoción y difusión de Panamá, los hoteles, centros de salud y la industria (nueva o existente) comienzan a incorporar calentadores solares de agua en sus instalaciones o procesos. Sumado a ello, se sigue manteniendo como premisa que todos los hogares nuevos cuentan con un calentador de agua y que además los hogares existentes comienzan a incorporar la tecnología. De esta manera, este escenario considera que se instala un 80% más de área que el escenario conservador. El área instalada en este escenario coincide con el área potencial de CSA en el año 2050, conforme se describe en la Tabla 9.

²⁶ Un sistema de circulación natural para una vivienda típica unifamiliar de 4 personas posee un área de colector de alrededor de 2m² y un tanque de acumulación de 200 litros.

3) Escenario optimista. En base a los resultados de las políticas de promoción y difusión de Panamá, los hoteles, centros de salud y la industria (nueva o existente) incorporan calentadores solares de agua en sus instalaciones o procesos, entendiendo a la tecnología como una alternativa real de generación de calor en forma renovable. Sumado a ello, se sigue manteniendo como premisa que todos los hogares nuevos cuentan con un calentador de agua y que además los hogares existentes comienzan a incorporar la tecnología. Adicionalmente, se fomentan los esquemas financieros y comienzan a operar las primeras fábricas de calentadores solares en Panamá. De esta manera, este escenario considera que se instala un 120% más de área que el escenario conservador.

La Figura 22 muestra los resultados de los tres escenarios planteados, incluyendo el área total acumulada y per cápita al 2030, 2040 y 2050 para cada uno de ellos. La Figura 22 permite observar que, tanto en el escenario medio como en el optimista, Panamá llegaría a valores de área per cápita similares a otros países de la región al 2050. De esta manera, resulta fundamental que para alcanzar el potencial (escenarios medio), todos los sectores del proyectos se involucren con esta tecnología.

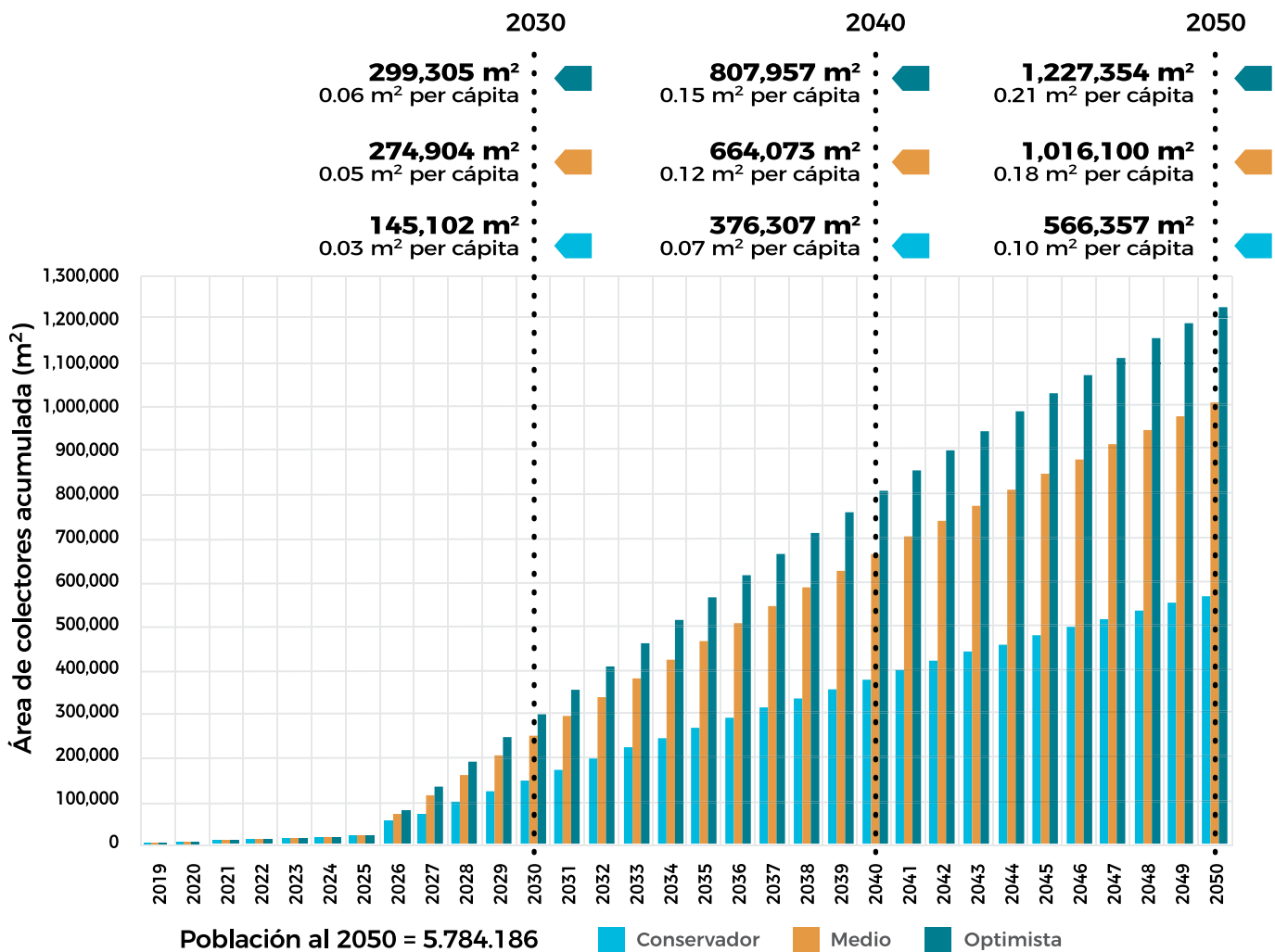


Figura 22. Proyección de tres escenarios de crecimiento del mercado solar térmico en Panamá al 2050.



En cuanto al tamaño del mercado, un equipo básico solar térmico de circulación natural tiene un precio de comercialización aproximado entre USD 1000 y USD 1,500²⁷ con su instalación. Si tomamos como referencia el escenario medio, el mercado potencial será del rango de 1,000 a 1,500 millones de dólares.

FABRICACIÓN LOCAL VS IMPORTACIÓN DE TECNOLOGÍA

Al analizar los diversos reportes e informes internacionales (IRENA, 2014) y (IRENA, 2018), es destacable que la mejor forma de apuntalar el crecimiento de un mercado solar térmico genuino es generando tecnología localmente. Los CSA tienen la ventaja de que son sencillos de fabricar desde el punto de vista de la industria. Existen infinidad de modelos que pueden ser fabricados con diferentes infraestructuras existentes, desde los más sencillos hasta los más complejos.

La fabricación local, no solo genera una diversificación de la industria nacional, sino también una demanda de mano de obra calificada y nuevos puestos de trabajo. Por otro lado, se obtienen mejores precios de productos, mejor disponibilidad y atención en lo que refiere al producto. Los países que han implementado con mayor éxito la solar térmica (Brasil, México y Barbados) cuentan con fábricas a nivel nacional. En el resto de los países, el mercado no ha despegado aún y la dependencia de la importación puede ser una de las causas.

En este punto resulta interesante plantear cual es el potencial de fabricación de colectores en Panamá. Particularmente en Latinoamérica, en el caso de Brasil existen fábricas que van desde los 450 m² anuales hasta los 90,000 m² anuales y en México desde 2,000 m² anuales hasta 79,300 m² por año. La Figura 23 muestra la fracción regional del mapa mundial de fabricantes de colectores solares al 2015 (Solrico, 2015).

27. El costo se refiere solo al equipamiento. No incluye instalación o mantenimiento.

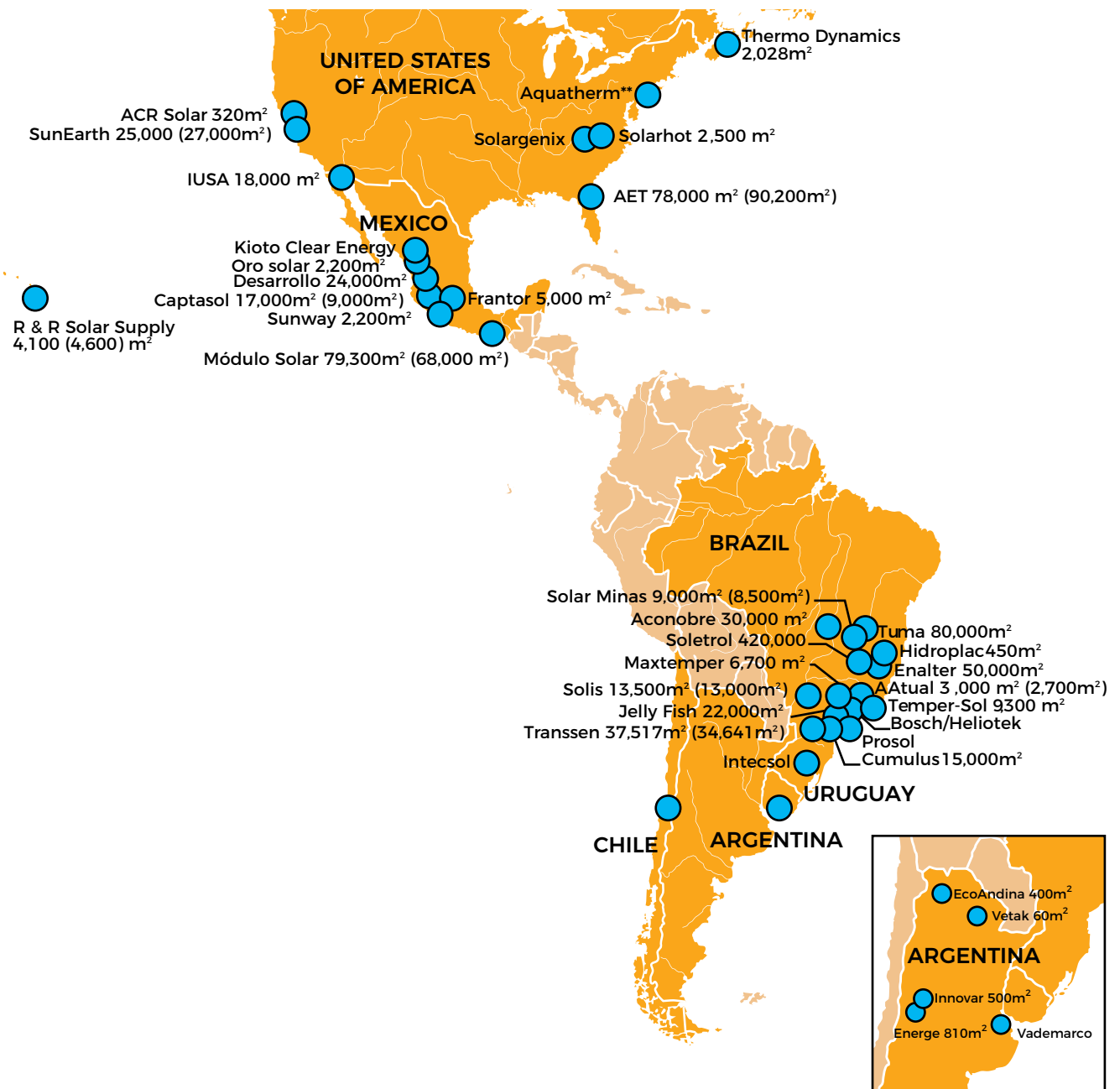


Figura 23. Mapa de fabricantes de energía solar térmica al 2015. Extracto parcial del mapa completo (Solrico, 2015)

Por cuanto a la cantidad de fábricas que debe existir en función de los habitantes de un país, no existe un número definido con precisión. No obstante, tomando como ejemplo a Barbados, existe 1 empresa fabricante para una población de 290,000 habitantes. En el caso de China, existen más de 2,000 fábricas de calentadores solares para una población de aproximadamente 1,390 millones de personas (IRENA, 2015) y en base a conversaciones con expertos, este número asciende a 3,500 fábricas totales.

En Brasil existen más de 100 fábricas para una población de 204 millones de personas (IRENA, 2015) y de entrevistas con expertos del sector, el número real de fábricas es más cercano a 150. Por otro lado, en Turquía existen unos 200 fabricantes para 80,000,000 de habitantes (IEA, 2016). En la mayoría de los casos existen fábricas que figuran como tales en estadísticas internacionales y también hay

muchos talleres en situación de informalidad que desarrollan la misma tarea. Por estos motivos no es posible asignar un número preciso de fábricas por habitante. Realizando un análisis de los casos mencionados acerca de la cantidad de fábricas por habitantes, una fábrica debería poder existir cada 300,000-400,000 habitantes en cualquier país.

De esta manera, existe un potencial de instalación de fábricas de colectores solares de al menos unas 10 fábricas de colectores solares en Panamá, dependiendo de la cantidad de colectores solares que desee producir cada una de ellas.



EMPLEO ASOCIADO AL POTENCIAL DE CALENTADORES SOLARES DE AGUA.

Según el informe de empleo en renovables (IRENA, 2019), el sector solar térmico mundial requirió de 807,000 puestos de trabajo, desde la fabricación hasta la instalación y mantenimiento de los sistemas. Según el informe (IEA, 2019), en países con un alto contenido de mano de obra en la producción de colectores solares (como podría ser la situación inicial en Panamá) se necesitan instalar 87m² de colectores por cada trabajo de tiempo completo. En países con un grado de automatización avanzado y un alto costo de mano de obra, se requieren 133 m² para un trabajo de tiempo completo.

De esta manera tomando como referencia los números mencionados, un potencial de **1,016,100 de m² de colectores solares requiere de unos 11,494 puestos de trabajo.**



AHORRO POTENCIAL RESIDENCIAL DE GLP Y ELECTRICIDAD.

Para estimar el ahorro debido a un sistema solar térmico, es necesario como paso previo, conocer cuál es el consumo diario de energía para calentamiento de agua.

De acuerdo con la Tabla 5,²⁸ se requieren 200 Litros de agua caliente diaria para brindar agua caliente sanitaria a un hogar de 4 personas (Habitantes promedio por hogar en Panamá). Se estima una temperatura de uso de agua caliente de 50°C (Si bien la Tabla 5 se refiere a 60°C, en este caso usaremos la misma demanda de agua caliente pero suponiendo 50°C de temperatura de uso a fines de realizar una estimación conservadora). La temperatura del agua fría del hogar se estima en 27°C.²⁹ La energía necesaria mensual para calentar 200 litros de agua desde 27°C hasta 50°C puede estimarse mediante la ecuación (3) donde E es la energía en J, m es la masa de agua que se pretende calentar, C_p es la capacidad calorífica del agua (4180 J/Kg K), ΔT es la diferencia de temperatura entre la temperatura inicial y la temperatura del agua deseada y ND es la cantidad de días del mes.

$$E = m \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot ND \quad (3)$$

Es necesario estimar como se provee esa energía en forma convencional. En el caso de que sea un calentador instantáneo que utiliza GLP, la demanda será un 30% mayor debido a la eficiencia del quemador (0,70) y en el caso de electricidad la demanda será un 5% mayor debido a la eficiencia de la resistencia (95%).

28. (IDAE, 2002)

29. (Climate-Data , 2019)

Una vez conocida la demanda, es posible estimar que fracción de ella puede ser cubierta por un área de colectores por medio del método f-chart.³⁰ Este método es ampliamente conocido y se aplica en diversos países del mundo como método de dimensionamiento de instalaciones solares térmicas. Para aplicarlo es necesario conocer la curva de rendimiento del colector, el volumen de acumulación y el área de los colectores a utilizar, entre otros parámetros. Para calcular una estimación inicial, se utilizarán los datos de un equipo termosifónico tamaño típico del mercado, es decir, 2,0 m² de superficie selectiva del colector, acoplados a un tanque de acumulación de 200 litros.

Para la estimación de la irradiación en el plano horizontal se utilizaron los datos del Programa Nacional de Estadísticas Energéticas de la Secretaría Nacional de Energía.³¹ La pendiente del colector se estimó en 20°, que es el mínimo que requiere un sistema termosifónico para funcionar. Consecuentemente, se corrigieron los valores de irradiación media mensual conforme a los métodos descriptos.³² La Tabla 10 muestra los datos utilizados para el cálculo y los resultados obtenidos.

La Tabla 10 muestra que, en el caso del GLP, un sistema solar térmico puede ahorrar en promedio casi un 60% anual del consumo energético para agua caliente sanitaria. Las estimaciones del consumo concuerdan con los casos residenciales analizados mediante encuestas que declaran que el consumo de GLP para agua caliente es de aproximadamente un cilindro de 25 lbs (12,5 Kg) mensuales. Por

Ejemplo de cálculo de ahorro potencial en el sector residencial.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Temperatura media (°C)	26,6	27,1	27,7	28,1	27,4	27,0	27,1	27,0	26,7	26,5	26,5	26,5	27,02
Irradiación solar en el plano horizontal (KWh/m²)	4,00	4,40	4,60	4,70	4,20	3,80	3,90	3,90	3,90	3,80	3,50	3,80	4,04
Irradiación solar en el plano inclinado (KWh/m²)	3,18	3,75	4,19	4,57	4,28	3,90	3,99	3,87	3,66	3,33	2,88	2,98	3,72
Demanda de electricidad en KWh ($\eta=0,95$)	173,90	157,00	173,90	168,20	173,90	168,20	173,90	173,90	168,20	173,90	168,20	173,90	170,59
Demanda de GLP en Kg ($\eta=0,70$)	16,88	15,25	16,88	16,34	16,88	16,34	16,88	16,88	16,34	16,88	16,34	16,88	16,56
Ahorro solar	0,48	0,60	0,68	0,76	0,70	0,63	0,64	0,62	0,58	0,51	0,42	0,44	0,59
Ahorro en Kg GLP	8,17	9,09	11,54	12,36	11,82	10,24	10,88	10,47	9,46	8,65	6,89	7,46	117,03
Ahorro en KWh	102,71	114,16	144,72	154,85	148,12	128,51	136,46	131,39	118,85	108,76	86,75	93,89	1469,17

Tabla 10. Parámetros utilizados para estimar la demanda de agua caliente sanitaria y el ahorro posible debido al uso de un sistema solar termosifónico.

30, 32. John A. Duffie, 2013

31. SNE, 2015

ello, una familia de 4 personas gaste un poco más de un cilindro al mes, solo para el agua caliente sanitaria. Suponiendo que el cilindro de 25 lbs de GLP tuviese un precio real y no subsidiado,³³ el costo del mismo sería aproximadamente de USD 15, equivalente a 1,2 dolares por Kg de GLP. Utilizando el mencionado valor, un sistema solar termosifónico ahorraría unos USD 140 anuales.

En cuanto a la electricidad, la tarifa residencial depende del cuadro tarifario en el cual se ubique el consumo, pero si cada KWh tuviese un precio real sin subsidio,³⁴ es posible asumir un valor medio de 0,20 U\$D por KWh a modo de determinar un valor medio de referencia. Utilizando el mencionado valor, un sistema solar termosifónico ahorraría unos USD 293 anuales.

En ambos casos, el ahorro puede ser hasta un 20% mayor anualmente dependiendo de la tecnología utilizada, el área del colector y las condiciones reales de uso. La estimación es solo un valor aproximado y con una tendencia conservadora. De esta manera, si se supone un costo de USD 1.500 por un sistema solar termosifónico instalado, el mismo podría amortizarse en 3 a 5 años si se compara un equipo de calentamiento de agua y unos 7 a 9 años si se compara con un equipo de calentamiento de agua a GLP.³⁵

Los usos comerciales, industriales o bien del sector salud del agua caliente sanitaria, pueden lograr amortizaciones más rápidas dado que las tarifas eléctricas, de GLP o bien de otro combustible fósil, suelen ser mucho más altas que las residenciales dependiendo de la cantidad de KWh que consume, ya que hasta 300 KWh de consumo, cuenta con la tarifa subsidiada, y si el servicio eléctrico está registrado a nombre de una persona de la tercera edad, este recibe un descuento del 25 % del total de la factura eléctrica.



Para el sector de los hoteles, el consumo real de agua caliente está atado al grado de ocupación.

© Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Hotel Las Quintas, Cuernavaca.

33. En Panagas, el cilindro de 60 Lbs tiene un costo aproximado de 36,15 balboas: <http://panagas.net/precios-actualizados/>. En Tropigas, el cilindro de 100 lbs tiene un costo aproximado de 58,30 Balboas: http://www.tropigas.com.pa/?page_id=3020

34. Cuando se aplica el subsidio del FET y/o FTO, la tarifa eléctrica baja considerablemente: (https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/electricidad/tarifas/01_tarifas_clientes_regulados/tarifas_2019-2022/l_semestre_tarifas_2019.pdf?t=1546871554)

35. No se tuvo en cuenta el Valor Actual Neto (VAN) ni el TIR (tasa interna de retorno) ni la inflación. Es una mera amortización simple como punto de partida para desarrollar el tema en profundidad.



Un alto grado de ocupación en los hoteles implica un alto consumo de agua caliente sanitaria. Según los datos de la Autoridad de Turismo de Panamá,³⁶ el porcentaje de ocupación de los hoteles en 2018 fue en promedio del 50%. No obstante, esa ocupación no fue pareja en todos los hoteles y si bien se menciona el factor promedio, no se discrimina por tipo de hotel o ubicación. De esta manera, el mecanismo de financiamiento a los hoteles debe estar ligado al grado de ocupación del mismo. Una ocupación del 80-90% o más, garantizará un alto consumo de agua caliente y una amortización más rápida de la inversión inicial. En estos casos, surge como alternativa un mecanismo de leasing, cuya viabilidad debe ser evaluada en cada caso. La alternativa es generar un acuerdo de compra de energía, como un acuerdo de compra de energía-PPA fotovoltaico, que permita al hotel comprar esa energía térmica proveniente del sol y dar una opción a la compra del equipo transcurrido el tiempo de amortización. Hoteles con menos grados de ocupación también pueden incorporar equipo solar térmico, previendo que la amortización del equipo llevará un período más largo. Un claro ejemplo de la aplicación de estos mecanismos es el programa de calor solar en hoteles “MiSol”,³⁷ que se lleva a cabo en México.

En el caso del sector industrial, el mecanismo debe ser evaluado en cada caso particular, ponderando inversión y ahorro estimado. En el caso del sector salud pesan otras variables. En el sector de salud pública, el uso de energía solar térmica está relacionado con las políticas gubernamentales. En el caso del sector privado, es posible en pensar en mecanismos similares a los planteados para los hoteles.

COSTOS ESTIMADOS PARA MECANISMOS DE FINANCIACIÓN

En esta sección de análisis de mercado de calentadores solares de agua en Panamá efectuaremos una evaluación estimada sobre los montos a financiar para hacer viable el mercado según los escenarios descritos anteriormente. En la Figura 24, se plantean tanto los fondos que deben invertirse en financiar los equipos, como los ingresos por el cobro de las cuotas por el sistema de financiamiento, para equipar todos los nuevos hogares con CSA en cada año para los 3 escenarios. En todos los casos se consideró un costo de inversión de USD 1,500 por hogar (lo que incluye la instalación del equipo), una tasa de interés constante en dólares del 4% anual y un período de amortización de 5 años. El ingreso o “retorno” anual por cada equipo sería de 336.94 dólares.³⁸

36. ATP, Resumen estadístico 2018

37. <https://www.misol.mx/>

38. La cuota puede variar según el sistema de amortización y las tasas de interés que se utilicen. En este caso, se utilizó una amortización simple a interés constante repartida en 10 años. El monto de inversión surge del producto de la cantidad de equipos estimada para ese año y el costo de U\$S 1,500 por equipo. El retorno anual surge del producto de U\$S 336.94 y la cantidad de equipos durante los 5 años de amortización.

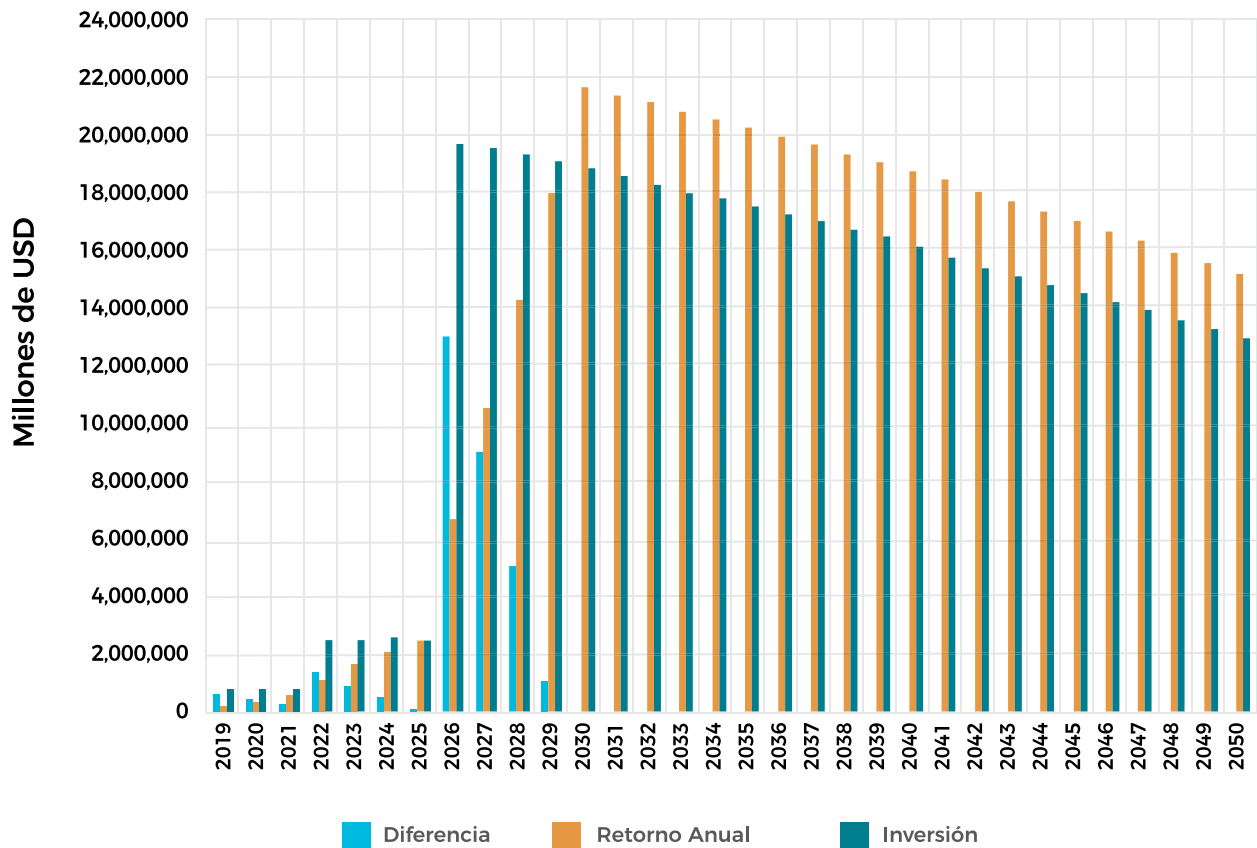


Figura 24. Flujo de fondos en función de los años para el escenario conservador.

Al analizar la Figura 24 podemos interpretar lo siguiente:

1.) Teniendo en consideración que el proyecto Análisis de Mercado de Calentadores Solares de Agua en Panamá (Termosolar Panamá) financiado por el GEF, tiene por objetivo facilitar la instalación de 3,220 m² de colectores solares instalados en los diferentes sectores involucrados. Este hecho en conjunto con la divulgación de la información sobre CSA y los resultados obtenidos por esta iniciativa deben favorecer la aplicación de la tecnología de tal manera que al 2026 se cuente con un total de 16,600 m² en los diferentes sectores que están participando del proyecto. De esta manera, los tres escenarios requieren el mismo financiamiento del 2018 al 2026 y las diferencias en los montos surgen entre el 2026 y el 2050, dependiendo del escenario en cuestión.

2.) En la etapa 2018 a 2026, y para cualquiera de los tres escenarios, el financiamiento del área a instalar contemplada (16,600 m²) requiere de un total de USD 12,449,250 con la distribución anual que se muestra en la Tabla 11. Con el esquema de financiamiento explicado, podemos concluir que el retorno anual es igual a la inversión hacia el 2029.

Del 2026 en adelante, será necesario financiar el crecimiento del mercado dependiendo del escenario que se desarrolle. No obstante, en los tres escenarios, el punto en donde la inversión iguala al retorno anual es alrededor del 2029 y es por ello que en la Figura 24, a partir del 2030, no se observará la barra de diferencias, porque la misma es negativa, ya que el retorno es mayor a la inversión necesitada a partir de ese año. Lo que cambia de un escenario a otro es el monto total del mercado.

Año	Monto a financiar USD
2018	804,750
2019	804, 750
2021	804, 750
2022	2,475,000
2023	2,535,000
2024	2,550,000
2025	2,475,000
TOTAL	12,449.250

Tabla 11. Monto a financiar anualmente para llegar al área objetivo al 2026 para el proyecto Termosolar Panamá.

Año	Conservador	Medio	Optimista
2018	804,750	804,750	804,750
2019	804, 750	804,750	804,750
2021	804, 750	804,750	804,750
2022	2,475,000	2,475,000	2,475,000
2023	2,535,000	2,535,000	2,535,000
2024	2,550,000	2,550,000	2,550,000
2025	2,475,000	2,475,000	2,475,000
2026	19,705,197	34,484,095	43,351,434
2027	19,519,395	34,158,941	42,942,668
2028	19,304,496	33,782,868	42,469,891
2029	19,060,501	33,355,877	41,933,103
TOTAL	90,038,839	148,231,031	183,146,347

**Tabla 12. Inversión necesaria en financiamiento para cada año desde el 2018 hasta el 2029.
Luego de 2029 el retorno anual supera la inversión anual en cada escenario.**

La Tabla 12 muestra los montos necesarios para financiar sistemas solares térmicos en los tres escenarios planteados, incluyendo la etapa del 2018 al 2026.



AHORRO EN EMISIONES DE CO₂

Para la estimación de las emisiones de CO₂ debido al uso de CSA, se asoció el consumo de agua caliente a factores de emisión relacionados con los diversos tipos de combustibles utilizados para el calentamiento de agua así como el factor de emisión de la red eléctrica de Panamá. Según la SNE,³⁹ el factor de emisión de la matriz eléctrica de Panamá al 2017 es de 0,191 tCO₂/MWh. Y según el IPCC el factor de emisión de el GLP es de 0,223 tCO₂/MWh.⁴⁰

De acuerdo con los datos, métodos de cálculo y estimaciones de consumo descritos anteriormente en este documento, (Ver Tabla 10), una familia de 4 personas puede consumir unos 7350 MJ o 2047 KWh anuales para el calentamiento de agua. Si esa energía se provee con electricidad, la demanda será un 5% mayor y si se provee con GLP, un 30% mayor, por los motivos relacionados a la eficiencia de la transferencia de calor.

Para la elaboración del potencial de mercado en Panamá, se tomó como referencia el trabajo de OLADE, 2000,⁴¹ donde el 30% de los hogares de Panamá tenían sistemas de calentamiento de agua al año 2000, siendo en su mayoría eléctricos. Sobre esta premisa, se estimó que esta proporción ascendió al 50% de la población debido a las mejoras en las condiciones económicas y de salud de los últimos 20 años. Si bien es cierto que el mecanismo de estimación carece de mediciones en campo que lo respalden, a los fines de estimar las emisiones de CO₂ de referencia se tomó por válido el porcentaje de 30% establecido en el trabajo realizado por OLADE.

Durante las visitas de pre-inspección a las edificaciones participantes de Termosolar Panamá de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se pudo identificar que la mayoría de los sistemas de calentamiento de agua existentes utilizan GLP.⁴² Teniendo ambos datos en consideración, se tomó como referencia que el 30% de los hogares actuales y el 100% de los futuros nuevos hogares poseerán un sistema de calentamiento de agua y que la distribución de la tecnología de calentamiento es un 50% a GLP y un 50% en base a electricidad. Utilizando este valor como escenario de referencia, se calculó una emisión de CO₂ por los hogares existentes que utilizan agua caliente sanitaria y otra emisión de CO₂ adicional por cada nuevo hogar año tras año utilizando sistemas de calentamiento de agua a gas y electricidad. Cada m² de colector solar que se incorpore en cualquiera de los sectores de interés del proyecto, desplazará emisiones correspondientes a esa distribución de tecnologías de calentamiento de agua.

39. El factor de emisiones corresponde a la actualización del 2017 realizado por la SNE.

40. (<http://large.stanford.edu/courses/2013/ph240/rajavi2/docs/co2highlights.pdf>)

41. OLADE, 2000

42. Al momento de la elaboración del presente informe se contaban con 31 encuestas respondidas entre los diferentes sectores que abarca el proyecto.

De acuerdo con la Tabla 10, cada m² de colector solares genera anualmente 0,75 MWh al año. El factor de emisión utilizado para los cálculos de la energía a reemplazar tiene un valor de 0,207 tCO₂/MWh y está dado por la ecuación (4):

$$0.207 \frac{t CO_2}{MWh} = 0.5 * 0.191 \frac{t CO_2}{MWh} + 0.5 * 0.223 \frac{t CO_2}{MWh} \quad (4)$$

Adicionalmente, es necesario mencionar que la vida útil de un colector se estima en 15 años. Este dato puede variar entre 5 y 25 años dependiendo de la calidad del mismo, pero un valor de 15 es un valor promedio razonable a los fines de esta estimación; un colector generará un ahorro acumulativo de emisiones por 15 años en promedio.

La evolución de las emisiones de CO₂ evitadas y acumuladas a lo largo de los años para cada uno de los escenarios planteados se muestra en la Figura 25.

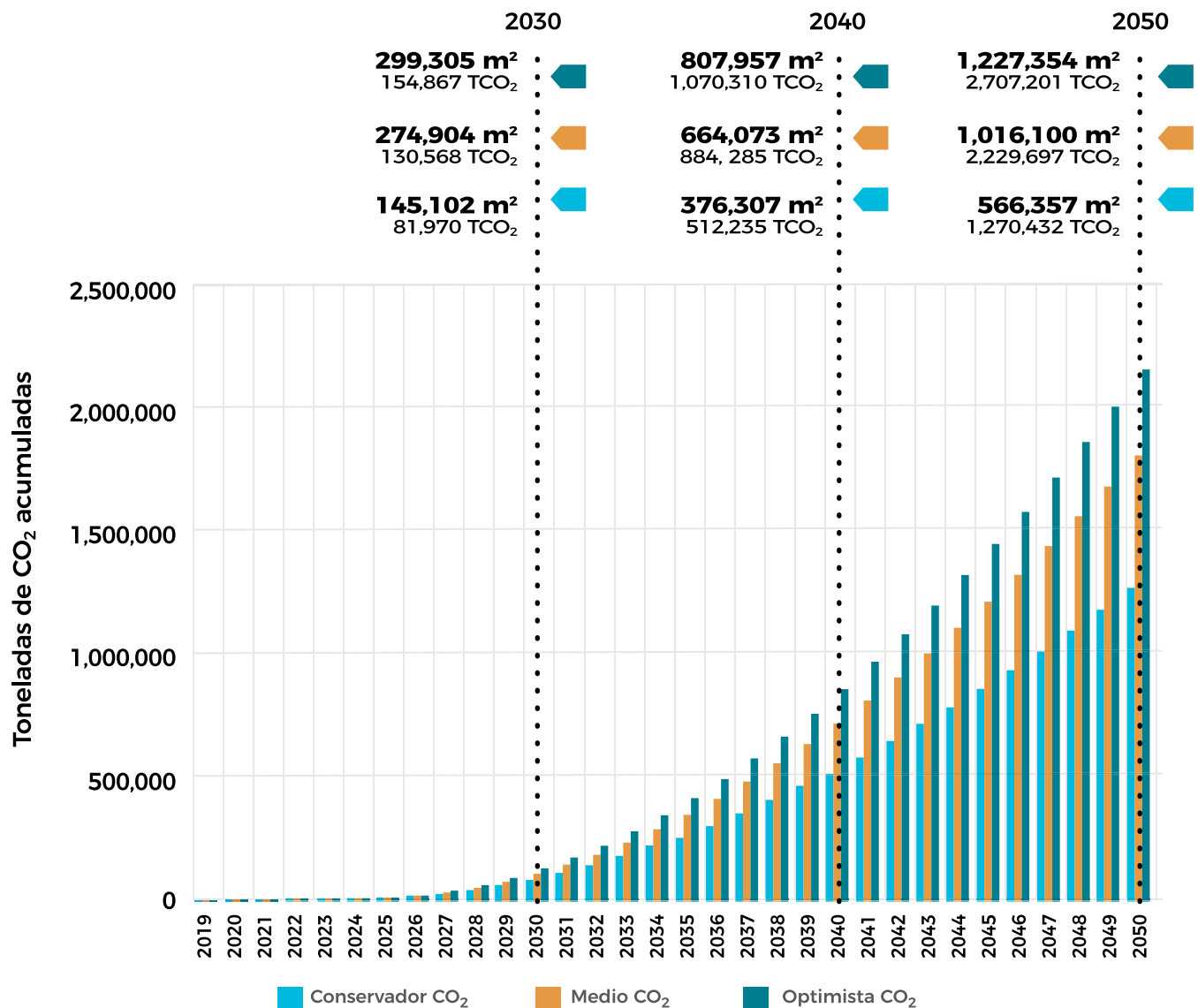


Figura 25. Emisiones de CO₂ ahorradas y acumuladas correspondientes al área de colectores solares instalada en los tres escenarios.

De acuerdo con el análisis planteado, en el escenario medio, es decir, una vez alcanzado el potencial al 2050, se habrá evitado la emisión de 2,229,697 de Toneladas de CO₂ a la atmósfera.

AHORRO ENERGÉTICO EN MWH

La Figura 26 muestra la evolución del ahorro energético debido a la evolución del área de colectores en los diferentes escenarios planteados.

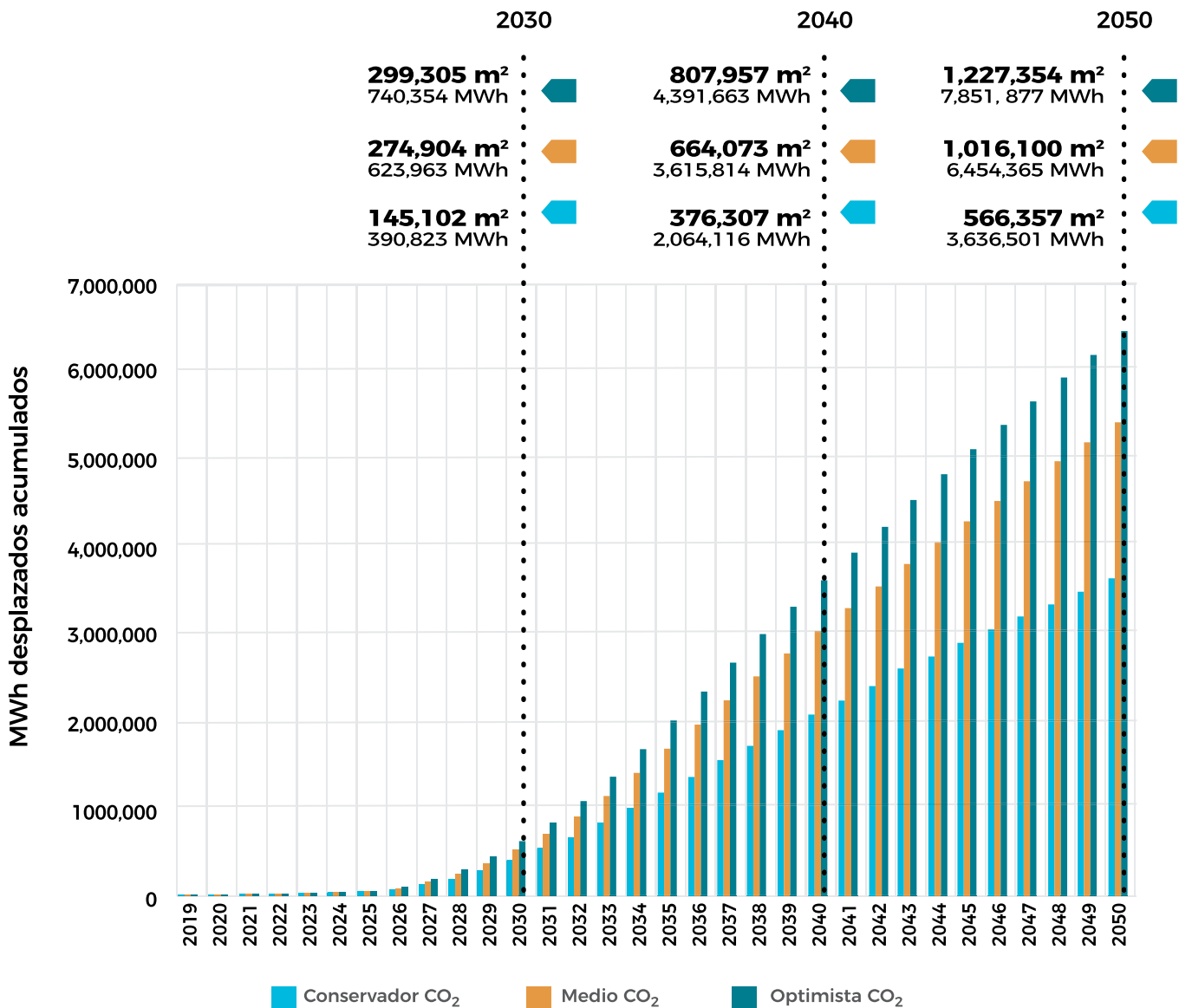


Figura 26. Energía ahorrada acumulada debido al uso de calentadores solares de agua en los diferentes escenarios.

Una vez alcanzado el potencial al 2050 (escenario medio), Panamá habrá ahorrado 6,454,365 MWh de energía, equivalentes aproximadamente a dos plantas de 735 MW de potencia operando 12 horas los 365 días del año.



@Sunoptimo SA

BARRERAS AL DESARROLLO DEL MERCADO SOLAR TÉRMICO

Según datos de la Secretaría Nacional de Energía, Panamá invirtió entre 140 y 160 millones de USD al año en subsidios directos a los combustibles fósiles y otros 100 millones de dólares adicionales en subsidios indirectos durante el 2017. Una gran parte de estos subsidios fue destinada a mantener los precios artificialmente bajos. Frente a cualquier tecnología de calentamiento convencional, la energía solar térmica posee un costo inicial más alto que dificulta su adquisición frente al uso de otras alternativas cuyo funcionamiento depende de los subsidios. Tal es el caso de los calentadores de agua a GLP que funcionan con el cilindro subsidiado de 25 lbs o el de los calentadores eléctricos que funcionan con electricidad subsidiada por algunos de los fondos de estabilización mencionado.

Es necesario establecer precios reales de los combustibles fósiles y orientar los subsidios al uso de energía solar térmica (entre otras), permitiendo a los usuarios amortiguar el alza de los precios utilizando energías renovables.



© Mexico Solar / Heliocol de Mexico SA DE CV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Panamá cuenta con un potencial de 1,016,100 m² para implementación de la tecnología de calentamiento solar de agua en los siguientes sectores:

			
Residencial 917,817 m ²	Industrial 60,000 m ²	Hotelero 28,184 m ²	Salud 10,099 m ²

2. Instalar el potencial total de sistemas de calentamiento solar de agua traerá los siguiente beneficios para el país:



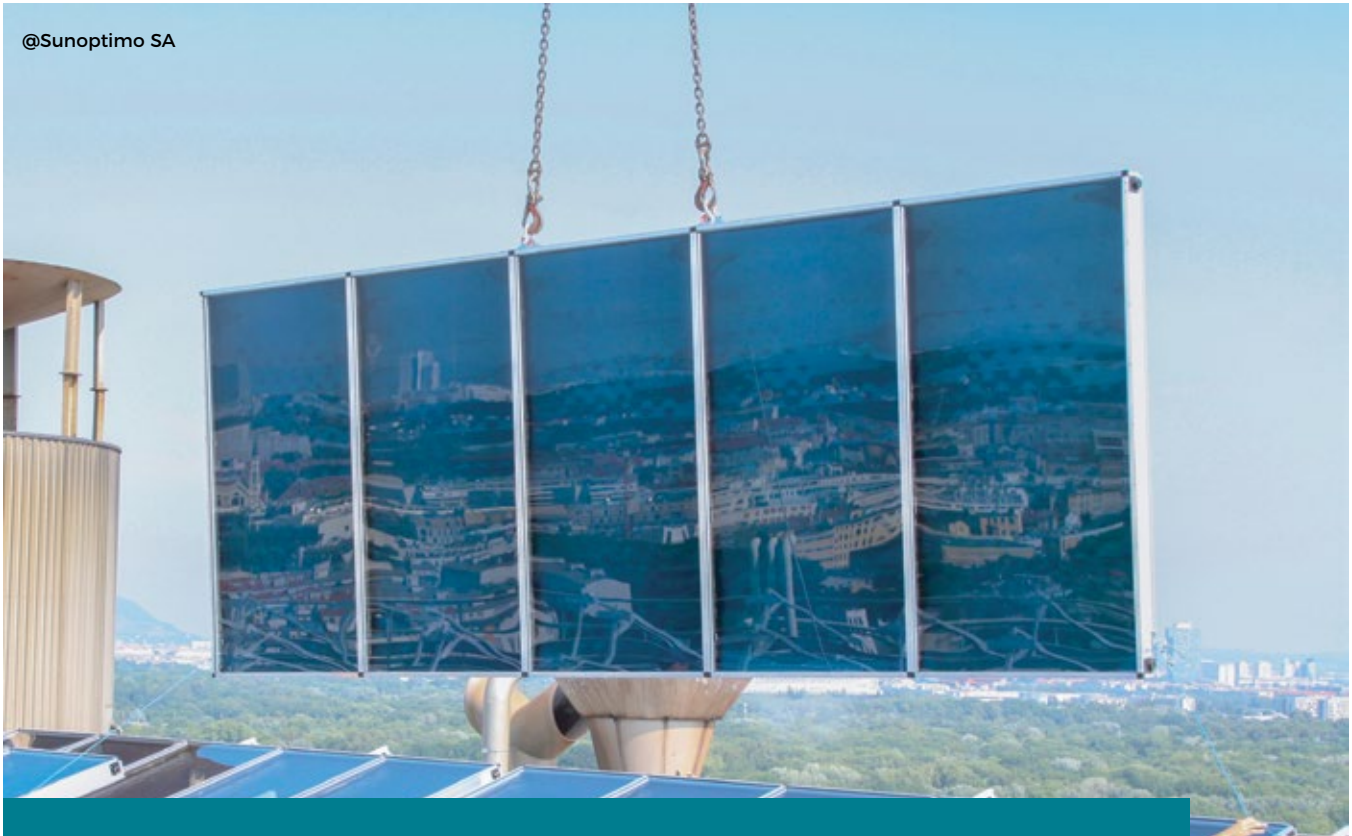
- Al 2050 se contará con un ahorro económico de **USD 110,888,727** anual en combustibles fósiles desplazados. Cuando finalice la vida útil de los calentadores solares de agua instalados (15 años) se habrá ahorrado **USD 1,663,330,905**.



- Se reducirá la emisión de **162,325 Toneladas de CO₂** anualmente a la atmósfera. Cuando finalice la vida útil de los calentadores solares de agua instalados (15 años) se habrá evitado **2,434,875 de Toneladas de CO₂**.



- Anualmente Panamá ahorrará **762,075 MWh de energía**, lo que equivale a desplazar dos centrales térmicas de electricidad de 80 MW de potencia. Cuando finalice la vida útil de los calentadores solares de agua instalados (15 años) se habrá ahorrado **11,431,125 MWh**.



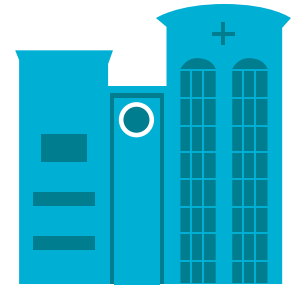
3. La tecnología de calentamiento solar de agua facilitará la creación de **11,494 nuevos puestos de trabajo** relacionados a la instalación y mantenimiento de los equipos.

4. El país cuenta con un alto potencial para desarrollar una industria panameña de fabricación de equipos de calentamiento solar de agua por medio de la producción local.

5. Estimulación de la competitividad por medio de la disminución de costos operativos en todos los sectores involucrados.

6. El costo promedio de un sistema de CSA para residencias será de alrededor de USD 1,500 por hogar, incluyendo el costo de instalación. Con un financiamiento de una tasa de interés constante en dólares del 4% anual y un período de amortización de 5 años, el ingreso o “retorno” anual por cada equipo ser

RECOMENDACIONES



1. Se recomienda el uso obligatorio de CSA en los edificios del sector público especialmente en el sector salud, el cual tiene una necesidad crítica del uso de estos equipos para sus procesos de sanidad.

Adicionalmente se recomienda explorar la posibilidad de hacerlo de uso obligatorio en el sector residencial, al incorporarlo en viviendas nuevas. Se puede incentivar la adquisición de CSA para este sector utilizando mecanismos de financiamiento asociados a los créditos hipotecarios, otorgando tasas preferenciales a aquellos que incorporen CSA en la adquisición de los hogares.

2. Para facilitar la inversión inicial en sistemas de calentamiento solar de agua se recomienda la creación de un mecanismo financiero donde el ahorro energético en gas o electricidad equipara la cuota de este esquema.

En el mejor de los casos, sería deseable, que el costo de la cuota sea menor que el ahorro generado, de manera que el usuario quede siempre con un excedente debido al uso del CSA. Es deseable que el período de amortización sea lo más corto posible, y según los análisis realizados, está entre los 3 y 7 años.



3. Redireccionar parcialmente los subsidios de combustibles fósiles hacia esquemas de financiamiento para calentadores solares de agua es una manera de estimular la implementación del potencial del mercado en Panamá.

4. Una alternativa para financiar la adquisición e instalación de sistemas de calentadores de agua en el sector hotelero e industrial, puede ser permitir la ejecución de un PPA (Power Purchase Agreement) de energía solar térmica, de la misma manera que se realiza con la energía solar fotovoltaica; de esta manera los sistemas se amortizarán con el ahorro, evitando una inversión inicial onerosa al interesado, generando así que el mismo opte por las energías renovables en vez de los combustibles fósiles de manera natural.



5. Para el sector residencial, hotelero y agro-industrial se recomienda crear programas de crédito fiscal que acompañen el uso de CSA, especialmente de fabricación nacional.

@Sunoptimo SA

6. Mantener los beneficios establecidos en la Ley 37 en cuanto a exoneraciones para CSA son importantes. No obstante, los mismos deben ser revisados si se plantea el desarrollo de tecnología solar local, para proteger a los productores locales. **La fabricación nacional debe estar asociada a incentivos por parte del Estado.** Donde el Estado priorice la adquisición de los equipos para el sector público de fabricantes locales en vez de importadores o bien que los que instalen su fábrica en el país puedan aprovechar los beneficios fiscales establecidos en la Ley 44 para el energía eólica.

7. Se recomienda explorar la posibilidad de **arancelar la importación de calentadores conveccionales de electricidad GLP o Diesel** y con ello crear un fondo de incentivos para sistemas de calentamiento solar de agua. Es necesario que el producto nacional tenga alguna ventaja competitiva con respecto los equipos importados ya que el fomento del mercado solar térmico basado solo en importaciones es casi un subsidio a otro país.

8. La energía solar térmica es una de las tecnologías más sencillas en su fabricación y además está alineado con el **“Programa nacional de competitividad industrial”** 43 del Ministerio de Comercio e Industrias (MICI) de Panamá cuyo objetivo es fomentar la productividad y competitividad para generar mayor valor agregado nacional.

9. **En Panamá resulta suficiente la tecnología más sencilla de CSA a nivel residencial, hotelero y sector salud.** Se requieren eficiencias más altas en el caso del uso industrial donde es necesario generar mucho calor en poca superficie ya que el clima del país define la tecnología de CSA más conveniente.

10. Es necesario brindar una especial atención a la calidad de los equipos que se importan o se fabrican. Un equipamiento o una instalación deficiente, puede impactar negativamente en la percepción de la tecnología por parte del usuario. De esta manera, adicionalmente a las políticas de promoción, es necesario desarrollar la infraestructura de la calidad que sustente la credibilidad de la tecnología en el camino a alcanzar el potencial.



@Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Fábrica Módulo Solar, Cuernavaca

11. **Se recomienda utilizar la energía solar térmica en otras aplicaciones tales como el enfriamiento solar o el secado solar industrial** mediante el uso de concentradores con óptica no formadora de imagen. Este paso posterior requiere la consolidación del uso de los CSA en Panamá, tanto en la existencia de los profesionales involucrados como en el desarrollo del mercado.

43. <https://www.mici.gob.pa/dgi-cfi/programa-nacional-de-competitividad-industrial>

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ATP. (2018). Oferta de alojamiento 2017. Obtenido de http://www.atp.gob.pa/sites/default/files/documentos/oferta_de_alojamiento.pdf

ATP. (2018). Resumen estadístico 2018. Obtenido de https://www.atp.gob.pa/sites/default/files/documentos/resumen_estadistico_de_enero_a_diciembre_2018.pdf

CEPAL. (2019). Proyecciones de crecimiento poblacional para América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa>

Climate-Data . (2019). Climate-data Panama. Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-norte/panama/panama/panama-5885/>

CNC. (2018). Situación de la industria manufacturera en Panamá. Obtenido de <http://www.cncpanama.org/cnc/index.php/cad/category/122-actividades-economicas?download=2157:competitividad-al-dia-no-361-situacion-de-la-industria-manufacturera>

Dialhogar. (2019). dialhogar. Obtenido de <http://www.dialhogar.es/ropa/cuanto-cargo-la-lavadora/> .

Fundación Bariloche. (2018). Estudio de casos de normas de calidad, procedimientos de verificación e instrumentos de información al consumidor para calentadores solares de agua en países de América Latina y el Caribe. Obtenido de <http://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2018/06/Informe-Bid-Final-V.111.pdf>

Hernandez, V. D., Muñoz, A. E., & Velázquez, R. J. (2011). SUMINISTRO DE ENERGÍA TÉRMICA EN LA INDUSTRIA CERVECERA, MEDIANTE UNA PLANTA TERMOSOLAR CON CCP. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/file/19541/download?token=Xla0Oy4Y>

IDAE. (2002). Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Térmica de Baja Temperatura. Obtenido de <https://www.idae.es/en/file/10690/download?token=YyMcF48C>

IEA. (2016). Country Report - Turkey. Status of the Market for Solar Thermal Systems. Obtenido de <https://www.iea-shc.org/country-report-turkey>

IEA. (2019). Solar Heat Worldwide. Obtenido de <https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2019.pdf>

INEC. (2018). Estadísticas de producción de bebidas alcohólicas. Obtenido de <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P9061Cuadro%2011.pdf>

INEC. (2019). Datos poblacionales. Obtenido de https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/Publicaciones.aspx?ID_SUBCATEGORIA=45&ID_PUBLICACION=936&ID_IDIOMA=1&ID_CATEGORIA=17

IRENA. (2014). Renewable Energy in Manufacturing. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/IRENA_REmap-2030-Renewable-Energy-in-Manufacturing.pdf

IRENA. (2015). Quality Infrastructure for Renewable Energy Technologies Solar Water Heaters. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_QI_3_SWH_2015.pdf

IRENA. (2015). Solar Heat for Industrial Processes. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_ETSAP_Tech_Brief_E21_Solar_Heat_Industrial_2015.pdf

IRENA. (2018). Evaluating Renewable Energy Manufacturing Potential in the Arab Region: Jordan, Lebanon, United Arab Emirates. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Oct/IRENA-ESCWA_Manufacturing_potential_2018.pdf

IRENA. (2019). Renewable Energy and Jobs. Annual Review. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2018.pdf

John A. Duffie, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. Wisconsin: Wiley and Sons.

MINSA. (2019). Listado de instalaciones de salud 2018. Obtenido de http://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicacion-general/listado_de_instalaciones_de_salud_ano_2018_0.pdf

OLADE. (2000). Manejo de la demanda y uso eficiente de la energía eléctrica en el istmo centroamericano. Obtenido de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0072.pdf>

SHIP Plants. (2019). Obtenido de <http://ship-plants.info/>

SIP. (2015). Perfil manufacturero de Panamá. Obtenido de <http://www.industriales.org/economia/perfil-de-la-industria-manufacturera-en-panama>).

SIP. (2018). Informe económico Industria. Obtenido de <http://www.industriales.org/economia/informes-economicos>

SNE. (2015). Panamá: Programa nacional de Estadísticas Energéticas. Obtenido de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/13109Panama.pdf>

SNE. (2016). Balance energético. Obtenido de <http://168.77.210.79/energia/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/Gr%C3%A1fica-de-Variación-de-los-Componentes-del-Consumo-Final-en-el-Balance-Energético-1996-2016.xlsx>

SNE. (2016). Plan energético nacional 2015-2050. Obtenido de <http://www.energia.gob.pa/energia/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/Plan-Energetico-Nacional-2015-2050.pdf>

Solar Payback. (2019). Solar Payback. Obtenido de <https://www.solar-payback.com/?lang=es>

SolarGIS. (2019). solargis. Obtenido de <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/panama>

Solrico. (2015). Solar Thermal Industry 2015. Worldwide. Obtenido de (http://www.solrico.com/fileadmin/solrico/media/doc/World_map_documents/2015_Poster_solar_thermal_world_map.pdf).