



Análisis del potencial solar térmico en Argentina

PRODIST

Programa de Desarrollo de la Industria Solar Térmica

Autor: L.C. Navntoft, P. Bertinat., M. Orecchia, V. Pianzola, J. Chemes, I. Arraña, N. Di Ruscio.

Fecha: Noviembre 2022.



Índice

1- Introducción	2
2- Conocimiento actual sobre el potencial solar térmico	4
3- Metodología de estimación del potencial	5
3.1- Estimación de la demanda de agua caliente en el sector residencial, hotelero y salud	7
3.2- Estimación de la demanda de agua caliente en el sector industrial	9
3.3- Estimación del área de colectores	9
3.4- Estimación del ahorro de Gas Natural	11
3.5- Estimación del ahorro de emisiones de CO2	12
4- Potencial del Sector Residencial	12
5- Potencial del Sector Hotelero	13
6- Potencial del Sector Salud	18
6.1- El Sistema de Salud Argentino	19
6.2- Demanda de agua caliente del sector salud	26
7- Potencial del sector industrial	29
8- Potencial a nivel país	34
9- Conclusiones	35
10- Referencias	36
11- ANEXO A	38



1- Introducción

A nivel mundial, Argentina se destaca por su gran disponibilidad de recursos energéticos renovables. El recurso solar del país fue estudiado en varios trabajos, siendo el más destacado el de Gallegos y Righini (2007), en el cual se realizan mapas mensuales de irradiación media mensual en toda la extensión del territorio. Este recurso fue identificado y aprovechado para la generación de electricidad a gran escala mediante la ley 26.191 y luego en forma de generación distribuida bajo la ley 27.424, en ambos casos con paneles fotovoltaicos. Sin embargo, el uso de la energía solar en la generación de calor para el calentamiento de agua sanitaria, de agua de procesos, o de climatización, ha quedado relegada en lo que se refiere a legislación y mecanismos de promoción (Bragagnuolo, Taretto & Navntoft, 2022).

La energía solar térmica ofrece una oportunidad única, no sólo en términos de aprovechamiento energético sino también en cuanto a la generación de tecnología y empleo local (IRENA, 2021). Mientras que la tecnología solar fotovoltaica requiere altos grados de pureza de materiales, tecnología automatizada en condiciones controladas y una economía de escala, la energía solar térmica es esencialmente una tecnología metalmeccánica al acceso de cualquier taller que cuente con herramientas esenciales de fabricación, ya sea a pequeña, como a gran escala. Por otro lado, las eficiencias de conversión del sol en calor son entre 3 y 4 veces los valores de conversión del sol en electricidad mediante un panel fotovoltaico. Éste último posee eficiencias típicas del 20%, mientras que un colector solar tiene eficiencias de alrededor del 70%. Dicho de otra manera, si la necesidad es el calor, la mejor opción es usar la tecnología solar térmica en términos de rendimiento energético por superficie.

Por otro lado, la tecnología solar térmica ha avanzado de manera importante a nivel mundial desde sus orígenes. En la actualidad, muchos equipos solares térmicos poseen rendimientos estables a lo largo del rango de temperaturas de uso hasta los 180 °C, permitiendo simplificar los cálculos de diseño y todos los sistemas complementarios (TVP Solar, 2022). Existen incluso paneles fotovoltaicos y térmicos (PVT) que combinan la generación de electricidad y calor en un mismo captor con muy buenas eficiencias (Triple Solar, 2022), pero por ahora limitados a sistemas forzados. También existen colectores poliméricos con una eficiencia similar a los convencionales (INAVENTA Solar, 2022).

Adicionalmente, los sistemas de concentración solar para la generación de vapor directo de procesos, han aumentado significativamente, no solo a nivel mundial, sino particularmente en América Latina a raíz de proyectos de promoción específicos tales como Solar Payback (2021). **De acuerdo con el último estudio de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2022), existen actualmente casi 1,3 millones de m² de colectores dedicados exclusivamente a proceso industriales y casi 750 millones de m² instalados a nivel mundial dedicados al calentamiento de agua sanitaria, climatización o calentamiento de agua de piscinas.**

El aprovechamiento de este recurso en forma de calor requiere del diseño de políticas energéticas específicas, siguiendo la misma lógica con la cual fue establecida la ley



27.424. Adicionalmente, es necesario considerar que cualquier desarrollo tecnológico compite en un mundo globalizado, en donde el acceso a diferentes tecnologías de mayor o menor eficiencia está al alcance de la mano. De esta manera y a los fines de poder pensar en una estrategia de desarrollo de mercado, resulta necesario conocer cuáles son las potencialidades de aprovechamiento solar térmico en el país.

En este contexto, este documento desarrolla el potencial solar térmico en cuatro sectores clave de la economía Argentina y en donde se presentan las mayores oportunidades de aprovechamiento, a saber:

- Residencial
- Hotel y alojamientos
- Salud
- Industrial

2- Conocimiento actual sobre el potencial solar térmico

Como se mencionó en la introducción, son pocos los trabajos que han indagado acerca del potencial solar térmico de Argentina en términos cuantitativos. No obstante, varios informes de gobierno y de organismos de cooperación internacional han resaltado el potencial solar térmico a modo cualitativo e incluso han descrito las barreras de su desarrollo. Un ejemplo de ello es el informe de OLADE (2021) y uno de los pocos informes que se utilizan como referencia es el realizado por Fundación Bariloche (2010). Este último describe un potencial de 5.050.000 m² de colectores solares para la sustitución de gas natural, 880.000 m² para la sustitución de GLP y 110.000 m² para la sustitución de energía eléctrica y leña, **dando un resultado final del área potencial de 6.040.000 m² para la generación de agua caliente sanitaria a nivel residencial** (el informe no considera el potencial asociado a la calefacción o climatización). Este número asume que sólo el 50% de los hogares pueden implementar sistemas solares térmicos, dado que la mayoría están en sitios urbanos donde varias construcciones compiten por el acceso al sol. **El mismo informe describe un potencial de 2.260.000 m² para el sector de servicios, comercial y público.** Por último, el documento no analiza el sector industrial aludiendo a la falta de información de consumo disponible.

Unos años después, en el trabajo de Gil, Ianelli, Fiora y Romero (2020), se analizan las diferentes opciones para el calentamiento de agua a nivel residencial, incluyendo las opciones de energía solar térmica acoplada a sistemas convencionales de gas y electricidad. Los análisis de este trabajo se fundamentan en un **uso de agua caliente por usuario de 180 litros por día, siendo cada usuario de 3,3 habitantes en promedio.** Según el último censo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2022), Argentina tiene 47.327.407 de habitantes o 14.341.638 usuarios (en coherencia con 3,3 personas por usuario) y aproximadamente el 90% se encuentra en zonas urbanas y el 10% en zonas rurales. Por otro lado, ese trabajo considera para cada usuario un sistema de 2,5 m², es decir, **un total de 35.854.000 m² para el sector residencial.** A los fines de establecer un parámetro de comparación, siguiendo la misma metodología



del informe de (Fundación Bariloche, 2010) y debido a restricciones de espacio y acceso al sol, es posible considerar que **solo el 50% de la población urbana puede instalar un sistema solar térmico** mientras que ese porcentaje se eleva a **100% en zonas rurales**. Finalmente haciendo las cuentas pertinentes, **existe un potencial de 16.134.343 m² en zonas urbanas y unos 3.585.410 m² en rurales, lo que da un total de 19.719.753 m² a nivel residencial**.

Si bien entre ambos trabajos hay una década de diferencia, al comparar los resultados obtenidos por Fundación Bariloche (2010) y el realizado por Gil, Ianelli, Fiora y Romero (2020), surge que **el segundo es 3 veces mayor que el primero**.

En la década entre ambos trabajos, la tecnología de acceso a la información ha avanzado rápidamente permitiendo analizar datos que no estaban tabulados hace diez años.

Ambos trabajos constituyen la referencia cuantitativa desarrollada sobre el potencial solar térmico en el país, concentrándose principalmente en el sector residencial. Las discrepancias manifestadas entre los informes mencionados y la falta de información acerca del potencial solar térmico en los otros sectores requiere de una nueva estimación fundamentada en la disponibilidad de datos existente hoy en día.

Por estos motivos, **el presente documento desarrollará el potencial en los cuatro sectores mencionados**.

3- Metodología de estimación del potencial

El diseño de cualquier sistema solar térmico tiene **como requerimiento fundamental el conocimiento de la demanda de agua caliente o calor a proveer**. Por otro lado, la demanda varía dentro de cada sector y es esencialmente única para cada usuario de agua caliente. Sin embargo, es raro que un usuario (residencial, industrial, hotelero u otro) conozca el consumo de agua caliente o bien el consumo del gas o electricidad u otra energía que requiere el calentamiento de ese volumen de agua. No obstante, **es posible establecer ciertas tendencias a partir de datos de consumo de gas natural o electricidad para calentamiento de agua**. Asimismo, es también posible hacer uso de estándares internacionales acerca del consumo de agua caliente. Utilizando ambas fuentes, es posible estimar e identificar demandas sectoriales, y en base a ello, el área de colectores solares que puede satisfacer esos consumos.

Para el caso del **sector residencial**, la demanda de gas natural para agua caliente sanitaria ha sido extensamente estudiada en el trabajo de Gil, Ianelli, Fiora y Romero (2020). Por otro lado, la demanda de agua caliente del **sector hotelero y salud** pueden ser estimadas a partir de los parámetros definidos en la “Guía Técnica de Energía Solar Térmica” (IDAE, 2021), un estándar de referencia utilizado ampliamente en el mundo. La mencionada guía define un volumen de consumo de agua caliente en función de las plazas de un hotel, de un hospital o bien en función del número de habitantes de un



edificio de viviendas¹. En el caso del **sector industrial**, no se cuenta con estadísticas de consumo de agua en los procesos productivos. Sin embargo, es posible estimar el consumo de calor de proceso a partir de las estadísticas del ENARGAS, seleccionando sectores y usuarios relacionados solo con la producción de alimentos, bebidas y agroindustria. **Todas las premisas descritas asumen que la energía solar térmica desplaza gas natural.** Si bien ésta situación no es representativa de la totalidad de las situaciones de calentamiento de agua en los sectores mencionados, la difusión del uso de este combustible es lo suficientemente grande como para considerarla representativa y en base a ella poder estimar un potencial solar térmico. En cada una de las secciones correspondientes a cada sector se explica en detalle el origen de los datos utilizados a los fines de estimar la demanda.

¹ Cabe mencionar que el consumo residencial que se define en la Guía (IDAE, 2021) es similar a lo que define como consumo residencial por usuario el trabajo de Gil, Ianelli, Fiora y Romero (2020). De esta manera, los resultados son similares con cualquiera de las dos metodologías.



3.1- Estimación de la demanda de agua caliente en el sector residencial, hotelero y salud

La demanda energética (DE) que requiere un cierto volumen de agua para elevar su temperatura está dada por la ecuación 1, donde DE es la energía en J, m es la masa de agua diaria que se pretende calentar en kg y se asume que es la misma para todos los días del año (1 litro de agua= 1 kg de agua), C_p es el calor específico del agua (4180 J/kgK) y ΔT es la diferencia de temperatura entre la temperatura inicial y la temperatura del agua deseada.

$$DE = m \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot 365 \quad (1)$$

El valor de ΔT varía según el sector a considerar. Para el sector residencial, la mayoría de la normativa del ENARGAS² utiliza el rango de 17 a 42 °C, como referencia para realizar la mayoría de las estimaciones relacionadas con los artefactos domiciliarios. Por otro lado, el rango de temperatura al que trabajan los hoteles depende no solo del tipo de caldera o tecnología de calentamiento de la que disponen, sino también de su sistema de distribución de agua caliente. Lo mismo ocurre en el sector salud e industria, en donde además, la temperatura final de uso del agua caliente depende exclusivamente del proceso de fabricación que se atiende.

De esta manera, **la demanda energética de referencia debe considerar estas diferencias en cuanto a la temperatura final del agua caliente.** En virtud de ellos, se definen los siguientes rangos de temperatura para los cuatro sectores en estudio:

- Sector Residencial, $\Delta T = 25 \text{ °C} = (42 \text{ °C} - 17 \text{ °C})$
- Sector Hotelero, $\Delta T = 30 \text{ °C} = (47 \text{ °C} - 17 \text{ °C})$
- Sector Salud, $\Delta T = 40 \text{ °C} = (57 \text{ °C} - 17 \text{ °C})$
- Sector Industrial, $\Delta T = 50 \text{ °C} = (67 \text{ °C} - 17 \text{ °C})$

En todos los casos, **se ha considerado una aproximación conservadora.** Es decir, en la realidad, el rango de operación de un calentador convencional puede ser más amplio que el aquí planteado, lo que permitiría una mayor cantidad de energía térmica que podría ser desplazada por colectores solares. Sin embargo, se ha optado por utilizar valores conservadores, **identificando las áreas mínimas de colectores que podrían ser instaladas en nuestro país.**

Para el sector residencial, hotelero y salud, la estimación de la masa diaria de agua a calentar, m , se muestra en la Tabla 1. La misma define el consumo unitario en litros/día, la cantidad de personas o plazas que se asumen por ese consumo y la ocupación o estacionalidad (E) que puede tener esa demanda. El valor de E1 y E2 indican que el consumo es el mismo durante todo el año o que no varía por más de 3 meses (una escuela, por ejemplo). El valor de E3 implica una estacionalidad en donde hay períodos de consumo diferente en más de 3 meses al año y E4 implica variaciones semanales de consumo. Todos estos valores deben ser tenidos en cuenta a la hora de estimar la demanda.

² <https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/normas-tecnicas-items.php?grupo=3>



Para el **sector residencial, hotelero y salud, en este trabajo se consideró una estacionalidad E1**, es decir, el consumo diario se mantiene igual durante todo el año.

Para el sector industrial se aplicó otra metodología que se describe más adelante.

Criterio de demanda	Consumo unitario litros/día	Número de personas (p)	Ocupación (estacionalidad)
Hospitales y clínicas	55	1p/plaza	E1
Ambulatorio y centro de salud	41	1p/plaza - 1 pl/m ²	E1
Hotel *****	69	1p/plaza	E3
Hotel ****	55	1p/plaza	E3
Hotel***	41	1p/plaza	E3
Hotel/Hostal **	34	1p/plaza	E3
Hostal/Pensión*	28	1p/plaza	E3
Camping	21	1p/plaza	E3
Residencia	41	1p/plaza	E2
Centro penitenciario	28	1p/plaza	E1
Albergue	24	1p/plaza	E1 – E2
Vestuarios/Duchas colectivas	21	3p/pl= 3p/turno/ducha	E1-E2-E3-E4
Escuela sin duchas	4	0,5p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E4
Escuela con duchas	21	0,2p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E4
Cuarteles	28	1p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E4
Fábricas y talleres	21	1p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E4
Oficinas	2	0,5p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E4
Gimnasios	21	1p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E3
Restaurantes	8	2p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E3
Cafeterías	1	3p/plaza - 1 pl/m ²	E1-E2-E3

Tabla 1. Consumos diarios de agua caliente y estacionalidades, extraída de la “Guía Técnica de Energía Solar Térmica” (IDAE, 2020).

3.2- Estimación de la demanda de agua caliente en el sector industrial

En Argentina, el requerimiento de calor y particularmente de agua caliente de la industria no es un dato conocido. Sin embargo, **si se asume como premisa que la mayoría de los usuarios industriales utilizan el gas como combustible de caldera para la generación de vapor** y conociendo el rubro en el que se desempeñan, es



posible realizar una buena aproximación a la demanda de calor de la industria en general.

Sacando del análisis a las grandes centrales de generación térmica de electricidad y a los grandes usuarios que contratan sus consumos directos con la compañía de gas, **los usuarios industriales/comerciales de gas son conocidos como Servicio General “P” (SGP) y se clasifican en P1, P2 y P3³ dependiendo del consumo anual de gas natural**, pudiendo tener un consumo entre 0 y 365 mil metros cúbicos anuales⁴. Adicionalmente, cada **usuario industrial/comercial** está asociado a un código de actividad comercial en concordancia con los requerimientos del nomenclador de actividades económicas de AFIP. De esta manera, es posible conocer la **cantidad de usuarios y el consumo de gas asociado a una determinada actividad en cada una de las provincias de nuestro país**.

El nomenclador de actividades económicas de AFIP consta de 959 categorías⁵. De todas ellas, algunas están asociadas con consumo de gas y otras no.

La base de datos con los consumos de los **usuarios de tipo SGP** para todo el país, con sus respectivos consumos anuales y clasificación de acuerdo al nomenclador AFIP para el 2021 fue solicitada y provista por el ENARGAS⁶.

En este caso puntual, **la demanda de energía del sector industrial (DE_{SI})**, es directamente la que surge de la combustión del consumo anual de gas natural de los usuarios (GN_{SI}), ponderado por la eficiencia de la caldera (η) conforme se muestra en la ecuación 2.

$$DE_{SI} = GN_{SI} (m^3) \cdot 10,8 \frac{kWh}{m^3} \cdot (1 + (1 - \eta)) \quad (2)$$

3.3- Estimación del área de colectores

Para el caso de la **estimación del área de colectores que satisfacen una determinada demanda**, existen varias alternativas posibles. La primera de ellas consiste en asignar un valor de área de colectores fija para un volumen de acumulación de agua caliente. Fuentes internacionales y métodos de cálculo (IDAE, 2021) establecen que 1 m² de colector solar puede estar acompañado de un acumulador de entre 50 y 150 litros. De hecho, los equipos comerciales típicamente combinan 1 m² de colector con 100 litros de almacenamiento y se venden en unidades de 2 m² de colector con 200 litros de acumulación solar. Dicho de una manera más simple, podríamos asumir que cada 200 litros de demanda de agua caliente se necesitan 2 m² de colectores, o lo que es lo mismo **1 m² cada 100 litros**.

³ <https://www.metrogas.com.ar/Grandes-Clientes/paginas/Recategorizacion-de-clientes-SGP.aspx>

⁴ <https://www.metrogas.com.ar/Paginas/Categorias-de-clientes.aspx>

⁵ <https://serviciosweb.afip.gob.ar/genericos/nomencladorActividades/index.aspx>

⁶ La información fue solicitada y provista por mail por Juan Steve Caceres Pacheco de ENARGAS JSCaceresPacheco@enargas.gov.ar



Alternativamente, es posible usar información de referencia de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2022), donde se establece que **1 m² de colector en Buenos Aires, otorga 0,78 MWh de energía al año**. Conociendo la demanda energética y la energía térmica que produce 1 m² de colector solar, es posible estimar el área total de colectores que potencialmente atiende esa demanda.

Ambas formas tienen ventajas y desventajas. La realidad es que se debería asumir un colector o sistema de referencia y estimar el aporte solar para cada mes y provincia y en base a ello configurar un mapa de potencialidad. No obstante, configurar ese mapa, también requiere definir las tecnologías solares térmicas en forma específica o bien **circunscribirla a un rendimiento específico**. La realidad es que el mercado de colectores de Argentina se compone de varias opciones tecnológicas con diversos rendimientos. De esta manera, los resultados sobrevalorarían una opción por sobre otra y existirían conflictos de potencialidades.

Con la explicación anterior queda claro que cualquier sea la metodología de estimación, siempre existirán fundamentaciones positivas y negativas para su elección, a pesar de que las tres opciones puedan mostrar resultados similares.

De esta manera, a los fines de realizar una estimación de potencial que pueda ser comparada internacionalmente y que además utilice datos locales validados, **se optó por utilizar un rendimiento anual para colectores⁷ de 0,78 MWh/m²**. Si bien un colector no rinde lo mismo en el norte que en el sur del país, la definición de un valor de referencia único resulta conveniente a los fines prácticos de esta estimación y en la práctica los rendimientos superiores que tendrá un colector en el norte del país, se compensarán con los inferiores que se tendrán en el sur. Adicionalmente, **la selección está justificada por dos razones:**

- 1) El informe considerado (IEA, 2022) **nuclea el 97% de la información del mercado mundial** de sistemas solares térmicos. Resulta entonces una buena opción seguir estos lineamientos a los fines comparativos.
- 2) El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) reporta anualmente a la IEA el área total instalada de colectores solares en el país, utilizando la metodología mencionada. El INTI recopila su información a través de encuestas del sector y elabora un “Censo de Energía Solar Térmica” donde figuran tanto los fabricantes como los importadores (INTI, 2020). De esta manera, existe una coherencia entre lo que reporta el país y lo que se informa a nivel internacional.

Por todos estos motivos, a los fines de la estimación del potencial solar térmico, se asume que 1 m² de colector rinde 0,78 MWh o 780 kWh/m² de energía térmica al año y se asume el mismo rendimiento para todo el país. De esta manera, si se conoce la demanda de energía anual para calentar un cierto volumen de agua, el área

⁷ El colector plano de referencia considerado en el informe tiene una curva de rendimiento dada por la siguiente ecuación: $\eta = 0,8 - 3,69 \cdot \Delta T/I - 0,007 \cdot (\Delta T)^2/I$

potencial de colectores (A_{col}) que podría atender esa demanda (DE) queda definida por la ecuación 3.

$$A_{col} = \frac{DE}{780 \text{ kWh/m}^2} \quad (3)$$

En lo que refiere a la **disponibilidad de irradiación solar, las fuentes de datos son también variadas**. Como se mencionó en la introducción, Argentina dispone del trabajo de Gallegos y Righini (2007) donde se describe la irradiación media mensual de cada zona del país. Por otro lado, el informe “Solar Heat Worldwide” (IEA, 2022), al cual reporta el INTI, utiliza otra base de datos para la radiación solar, sobre la cual se basa la estimación de la generación de energía térmica de un colector solar de referencia, conforme se explicó en la sección anterior. De esta manera, a los fines de ser coherente con las fuentes de referencia, **este trabajo toma un valor de irradiación solar anual total de 1748 kWh/m²**, que es el que utiliza el informe de la Agencia Internacional de Energía como referencia para Argentina (IEA, 2022). Este valor de irradiación solar representa una media de 4,78 kWh/m² por día. Ambos valores son similares a los que se definen en el Atlas de Energía Solar de la República Argentina (Gallegos & Righini, 2007).

3.4- Estimación del ahorro de Gas Natural

Como se mencionó anteriormente, **se asume que el equipamiento solar térmico desplaza exclusivamente la quema de gas natural**. Si bien es cierto que existen y se utilizan otras fuentes de energía como el GLP, el diesel, la biomasa o la electricidad para calentar agua, a los fines de ponderar el ahorro potencial de combustible, **este trabajo asume la premisa que la mayoría de los usuarios de cada sector disponen de gas natural y utilizan el mismo por ser el combustible más económico y accesible en el mercado argentino**. A este fin, la **eficiencia de quemado (η) de cualquiera de las tecnologías convencionales de calentamiento mediante la quema de gas natural, se asume en 75%** en concordancia con Gil, Ianelli, Fiora y Romero (2020).

Por otro lado, tomando valores de referencia del poder calorífico de 1 m³ gas natural en 9300 kcal o 10,8 kWh (Enargas, 2020) y utilizando una eficiencia de quemado del 75% en los artefactos convencionales de calentamiento de agua, el **ahorro anual de gas natural (AGN)** debido al área potencial de colectores solares (A_{col}) se obtiene de acuerdo con la ecuación 4.

$$AGN = \frac{A_{col} \cdot 780 \text{ kWh/m}^2}{10,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}} \cdot (1 + (1 - 0,75)) \quad (4)$$

3.5- Estimación del ahorro de emisiones de CO₂

Finalmente, en lo que refiere a emisiones de CO₂ y tomando como referencia los factores de emisión del IPCC para combustión estacionaria (IPCC, 2006), el Gas Natural emite por defecto unos 56.100 kg de CO₂ por cada TJ de energía térmica liberada por combustión. Considerando el AGN de la ecuación 4, se tiene que el ahorro anual estimado en kg de

emisiones de CO_2 (ACO_2) debido al uso del potencial de la energía solar térmica mediante la ecuación 5.

$$ACO_2 = AGN (m^3) \cdot \left(10,8 \frac{kWh}{m^3} \cdot 3,6 \times 10^{-6} \frac{TJ}{kWh} \right) \cdot 56,100 \frac{kg}{TJ} \quad (5)$$

Las consideraciones específicas de cada uno de los sectores analizados son explicadas en sus respectivos apartados.

4- Potencial del Sector Residencial

Como ya se mencionó en la introducción, el consumo de energía para el calentamiento de agua ha sido estudiado en profundidad en el trabajo de Gil, Ianelli, Fiora y Romero (2020) y otros más de los mismos autores. Los análisis de este documento se fundamentan en un uso de agua caliente por usuario de 180 litros por día, siendo cada usuario de 3,3 habitantes en promedio. **Según el último censo argentino (INDEC, 2022), nuestro país tiene 47.327.407 habitantes o 14.341.638 usuarios.**

En concordancia con la metodología descrita y la Tabla 1, la demanda de agua diaria a calentar para el sector residencial m_{SR} está dada por la ecuación 6.

$$m_{SR} = 180 \frac{l}{día \cdot usuario} \cdot 14.341.638 \text{ usuarios} = 2.581.494.840 \text{ litros/día} \quad (6)$$

Siguiendo la misma metodología, se obtiene la **demanda anual de energía para el calentamiento de agua del sector residencial** de acuerdo con la ecuación 7.

$$DE_{SR} = \left(\frac{\left(\frac{m_{SR} \cdot C_p \cdot \Delta T}{1.000.000} \right)}{3,6} \cdot 365 \right) / 1000 = 27.390.578 \text{ MWh} \quad (7)$$

De la misma manera, **se aplica la ecuación 3 para obtener el área potencial de colectores** de acuerdo con la ecuación 8.

$$A_{col} = \frac{DE_{SR}}{780 \text{ kWh/m}^2} = 35.116.126 \text{ m}^2 \quad (8)$$

Debido a restricciones edilicias tales como sombras, disponibilidad de superficie u otras condiciones, el potencial que se muestra no es realizable en su totalidad. Siguiendo la referencia definida en el estudio de Fundación Bariloche (2010), **resulta coherente asumir que solo el 50% del total potencial es realizable.** De esta manera, **el área potencial de colectores solares en el sector residencial es de 17.558.063 m².**

Luego, el ahorro anual de gas natural del sector residencial (AGN_{SR}) es estimado a partir de la energía de acuerdo con la ecuación 4 y se muestra en la ecuación 9.

$$AGN_{SR} = \frac{17.558.063 \text{ m}^2 \cdot 780 \text{ kWh/m}^2}{10,8 \frac{kWh}{m^3}} \cdot (1 + (1 - 0,75)) = 1.585.102.923 \text{ m}^3 \quad (9)$$

Bajo la misma premisa y aplicando la ecuación 5 se obtienen los resultados que muestra la ecuación 10.



$$ACO_{2_{SR}} = \frac{AGN_{SR} \cdot \left(10,8 \frac{kWh}{m^3} \cdot 3,6 \times 10^{-6} \frac{TJ}{kWh}\right) \cdot 56,100 \frac{kg}{TJ}}{1000} = 3.451.213 tCO_2 \quad (10)$$

De esta manera, **el área potencial de colectores solares en el sector residencial se estima en 17.558.063 m². El ahorro anual potencial de gas natural que generaría esa superficie asciende a 1.582.102.923 m³ y las consecuentes emisiones de GEI evitadas serían de 3.451.213 tCO₂.**

5- Potencial del Sector Hotelero

El potencial del sector hotelero fue estimado en base a los datos estadísticos del Instituto de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC). **El dato que se requiere para la estimación del potencial es el número de camas o plazas disponibles en el sector y el porcentaje de ocupación.** Ambos números fueron obtenidos a partir de los datos de la Encuesta de Ocupación Hotelera (EOH) del INDEC (INDEC, 2022). La EOH mide el impacto del turismo interno e internacional sobre el sector hotelero y parahotelero nacional. Elabora indicadores de la actividad hotelera tanto desde la perspectiva de la oferta, como desde el punto de vista de la demanda.

Para estimar el potencial del sector se utilizaron las estadísticas e informes del año 2019 (INDEC, 2019). Esto se fundamenta en que durante el 2020 no hubo registro de estadísticas debido a la pandemia de COVID-19 y durante el 2021 hubo varias situaciones de Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) que afectaron al sector sin que funcione normalmente. Durante el 2022 se recuperó la actividad normal pero al momento de efectuar este informe, no hay estadísticas de un año completo. Por estos motivos y a los fines de utilizar datos representativos, **se optó por utilizar el año estadístico 2019.**

De acuerdo con la información analizada, **existen 11.919.714 plazas en 5.171 establecimientos distribuidos en todo el país.** La definición de “plazas” constituye el número total de camas fijas y supletorias, considerando que las camas matrimoniales se contabilizan como dos plazas⁸. La palabra “establecimientos” incluye:

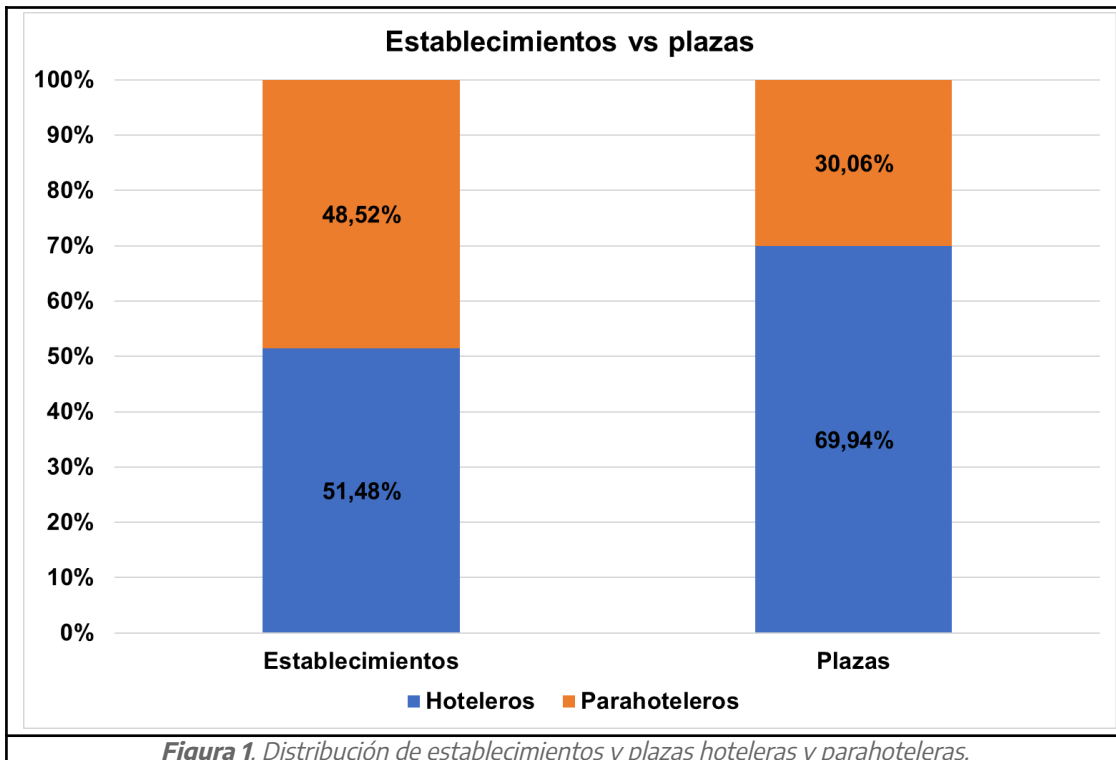
- **Establecimientos hoteleros:** aquellos categorizados como hoteles 1, 2, 3, 4 y 5 estrellas, apart hotel y boutique.
- **Establecimientos parahoteleros:** hoteles sindicales, albergues, cabañas, bungalows, hospedajes, bed & breakfasts, hosterías, residenciales, hostels, etcétera.

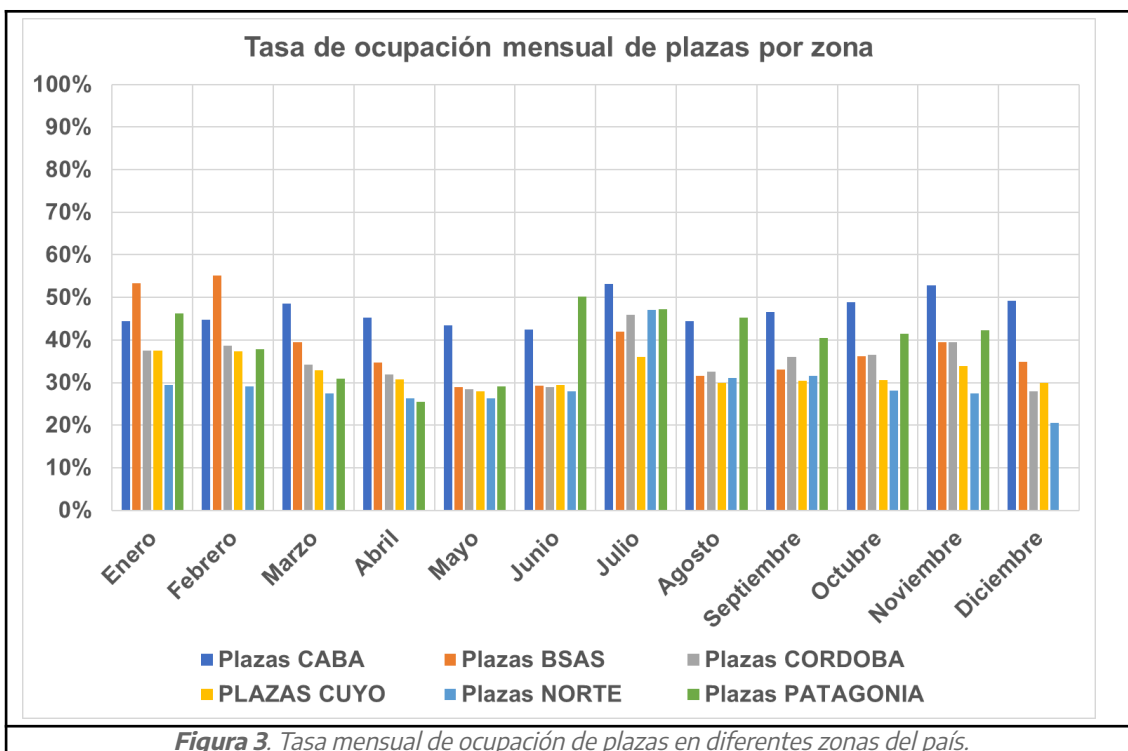
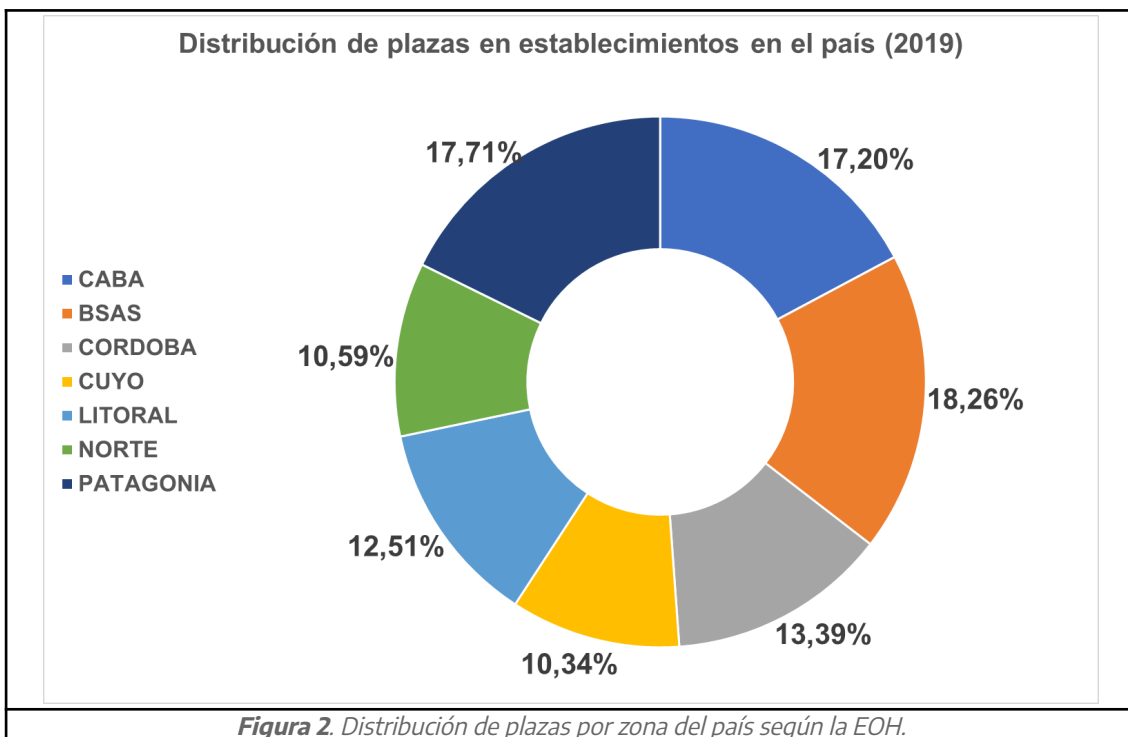
El 51,48% de los establecimientos son **hoteleros** (2.662) y nuclean el 69,94% de las plazas (8.336.529), mientras que el 48,52% de los establecimientos son **parahoteleros** y nuclean el 30,06% de las plazas (3.583.185). La distribución mencionada puede verse en la Figura 1. La Figura 2 muestra la distribución de plazas en el país. Finalmente, la Figura

⁸ Para más información acerca de las definiciones y la metodología de obtención de datos consultar: https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/economia/eoh_aspectos_metodologicos.pdf



3 muestra la tasa de ocupación de plazas en cada una de las zonas del país para cada mes del año. La **Tasa de Ocupación de Plazas (TOP)** se define como la relación en porcentaje entre el total de plazas ocupadas y el total de plazas disponibles en el período de referencia. En ésta última se observan los picos relacionados con las vacaciones de verano y las vacaciones de invierno.





De acuerdo con lo establecido en la Tabla 1, los consumos de agua caliente por plaza varían según la categoría del establecimiento hotelero o parahotelero.

Aplicando las demandas de la Tabla 1 a las categorías de establecimientos definida en la EOH y promediando los valores para simplificar su evaluación, se obtiene la Tabla 2,



donde se muestra que **la demanda por plaza queda definida en 45 l/día para establecimientos hoteleros y 32 l/día para parahoteleros.**

Establecimiento (EOH)	Demanda (l/día)
Hotel 1 y 2 estrellas (promedio de ambos de tabla 1) (A)	31
Hotel 3 estrellas, boutique y apart hotel (B)	41
Hotel 4 y 5 estrellas (C)	62
Hoteleros (promedio de A, B y C)	45
Para-hoteleros (promedio de residencia, camping, albergue y hostel de tabla 1)	32

Tabla 2. Demanda de agua caliente definida para el cálculo del potencial del sector hotelero.

La EOH define los resultados para **siete (7) zonas del país:**

- CABA, BSAS, CÓRDOBA, CUYO, LITORAL, NORTE y PATAGONIA.

Entonces, en acuerdo con la EOH, la **demanda anual de agua caliente del sector hotelero para cada zona (m_z)**, puede ser definida de acuerdo a la ecuación 11.

$$m_z = (PH_z \cdot CPH \cdot Oc_z + PPH_z \cdot CPH \cdot Oc_z) \cdot 365 \quad (11)$$

Donde,

m_z : es la demanda anual de agua caliente en litros, para todo el sector alojamiento de la zona z.

z: corresponde a la zona de clasificación según la EOH: CABA, BUENOS AIRES, CÓRDOBA, CUYO, NORTE, LITORAL y PATAGONIA.

PH_z : es el número de plazas en los establecimientos hoteleros de la zona z.

PPH_z : es el número de plazas en los establecimientos parahoteleros de la zona z.

CPH : es el consumo promedio diario de agua caliente de una plaza en el sector hotelero, 45 l/día según la tabla 2.

$CPPH$: es el consumo promedio diario de agua caliente de una plaza en el sector parahotelero, 32 l/día según la tabla 2.

Oc_z : es la ocupación promedio anual para la zona z para ese tipo de establecimiento, con un valor entre 1 y 0.

La **demanda total anual de agua caliente sanitaria para el sector hotelero (m_{SH})** se obtiene sumando las demandas anuales de cada zona (m_z) con la ecuación 12.

$$m_{SH} = \sum_{z=1}^7 m_z \quad (12)$$



Finalmente, la **demanda de energía térmica anual para calentar el agua** en el sector hotelero de todo el país (DE_H), en kWh, se obtiene con la ecuación 13:

$$DE_{SH} = \left(\frac{m_{SH} \cdot C_p \cdot \Delta T}{1.000.000} \right) / 3,6 \quad (13)$$

Donde,

DE_{SH} : en kWh, es la energía anual requerida para el calentamiento del agua.

m_{SH} : en litros, es la demanda estimada de agua caliente sanitaria en todo el sector hotelero según ecuación 12 (1 litro de agua= 1 kg de agua).

ΔT : en grados Celsius, rango de temperatura de calentamiento del agua, asumido en 47 - 17= 30 °C (ver sección metodología).

C_p : es el calor específico del agua, equivalente a 4180 J/kg°C.

Una vez estimada la demanda de energía y utilizando el valor de energía por m² de colector definido en la sección de metodología (780 kWh/m²), se estima el **área potencial de colectores solares del sector hotelero (A_{SH})** que podría cubrirla utilizando la ecuación 14.

$$A_{SH} = \frac{DE_{SH}}{780 \text{ kWh/m}^2} \quad (14)$$

Haciendo los reemplazos en cada una de las ecuaciones anteriores y sumando los resultados para todas las zonas y plazas del país, se obtiene la Tabla 3.

ZONA	PH _z	PPH _z	Oc PH _z	Oc PPH _z	Energía Anual PH _z (MWh)	Energía Anual PPH _z (MWh)	DE _H (MWh)	A _{SH} (m ²)
CABA	1.698.955	351.571	46,98%	33,47%	380.587	39.896	420.483	539.081
BSAS	1.310.606	866.457	27,60%	25,36%	172.493	74.493	246.986	316.649
CÓRDOBA	983.468	612.174	38,17%	27,76%	178.964	57.621	236.585	303.314
CUYO	966.474	266.167	34,84%	18,83%	160.527	16.989	177.517	227.586
LITORAL	1.105.777	384.794	34,97%	24,82%	184.366	32.381	216.747	277.881
NORTE	828.865	433.700	33,21%	21,26%	131.246	31.268	162.513	208.350
PATAGONIA	1.442.384	668.322	44,97%	31,06%	309.265	70.389	379.654	486.736
Total	8.336.529	3.583.185			1.517.448	323.037	1.840.485	2.359.597

Tabla 3. Demanda de energía y área potencial de colectores solares en función de la zona del país, tasa de ocupación y tipo de plaza.

Debido a restricciones edilicias tales como sombras, disponibilidad de superficie u otras condiciones, el potencial que se muestra no es realizable en su totalidad. Siguiendo la referencia definida en el estudio de Fundación Bariloche (2010), **resulta coherente asumir que solo el 50% del potencial total es realizable.**



Teniendo en cuenta los factores mencionados, se obtiene que **el área potencial de colectores solares susceptible de ser implementada en el sector hotelero se estima en 1.179.798 m².**

Aplicando las ecuaciones 4 y 5 definidas en la sección de metodología, **se obtiene el ahorro potencial de gas natural asociado a la implementación del área de colectores solares y las emisiones evitadas** tal como se muestra en las ecuaciones 15 y 16.

$$AGN_{SH} = \frac{1.179.798 m^2 \cdot 780 kWh/m^2}{10,8 \frac{kWh}{m^3}} \cdot (1 + (1 - 0,75)) = 106.509.566 m^3 \quad (15)$$

$$ACO_{2SH} = \frac{AGN_{SH} \cdot \left(10,8 \frac{kWh}{m^3} \cdot 3,6 \times 10^{-6} \frac{TJ}{kWh}\right) \cdot 56,100 \frac{kg}{TJ}}{1000} = 232.315 tCO_2 \quad (16)$$

De esta manera, **el área potencial de colectores solares susceptible de ser implementada en el sector hotelero se estima en 1.179.798 m², ahorrando 106.509.541 m³ de gas natural y evitando la emisión de 232.315 tCO₂ a la atmósfera.**

6- Potencial del Sector Salud

El consumo de agua caliente en el sector salud, es en general, desconocido. Si bien es un insumo crítico a los fines de su funcionamiento, no hay muchos establecimientos que conozcan el volumen del consumo de agua caliente, o el consumo de energía destinado al calentamiento de agua. De esta manera, a los fines de establecer un potencial para el sector salud, **es necesario realizar una estimación basada en aproximaciones fundamentadas en la estadística o “hard numbers”.**

Conociendo **la demanda por cama definida en Tabla 1 y la cantidad de camas** de internación existentes en nuestro país, es posible estimar el consumo de agua caliente en los establecimientos. El hecho de contar con camas de internación, implica el **uso adicional de agua caliente** para el lavado de sábanas y toallas y también del servicio de buffet para el desayuno, el almuerzo y la cena de los pacientes internados.

Por otro lado, posean camas de internación o no, los establecimientos deben tener sistemas de agua caliente por motivos sanitarios. En este caso, **el rango de tamaños de establecimientos y el consumo de agua caliente es altamente variable y no es posible definir una demanda específica para cada uno de ellos.** No obstante, es posible definir algunos criterios esenciales para estimar un consumo mínimo.

Por todo lo explicado anteriormente, resulta necesario realizar un análisis acerca de la tipología y **cantidad de establecimientos de salud existentes en el país y cuántos de ellos cuentan con sector de internación.**



6.1- El Sistema de Salud Argentino

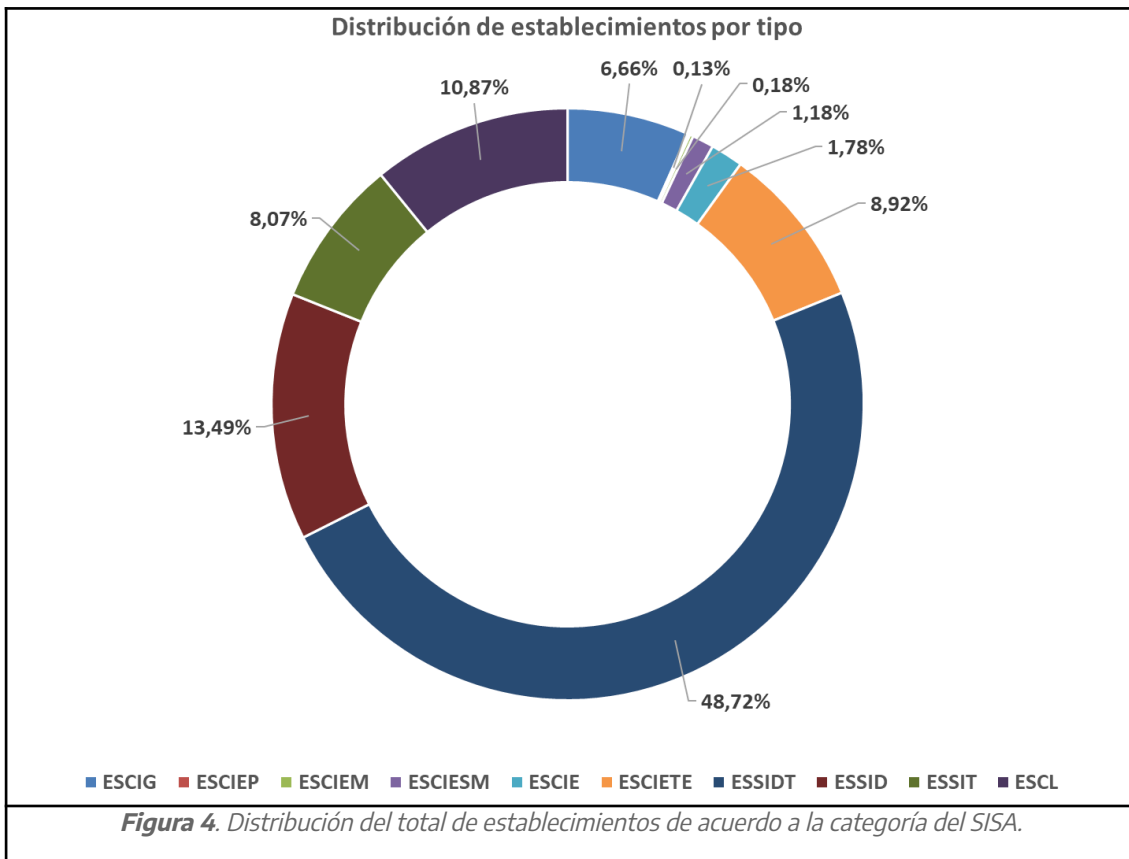
De acuerdo con la información del Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino (SISA) (Ministerio de Salud, 2020), **nuestro país cuenta con un total de 36.312 establecimientos de salud distribuidos en diferentes tipos o categorías que se muestran en la Tabla 4.**

Nombre	Descripción	Sigla	Internación
Establecimiento de salud con internación general	Establecimiento destinado a prestar asistencia en régimen de internación a la demanda general de la población.	ESCIG	SI
Establecimiento de salud con internación especializada en pediatría	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen de internación destinada a resolver la demanda específicamente pediátrica.	ESCIEP	SI
Establecimiento de salud con internación especializada en maternidad/m.infantil	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen de internación destinada a resolver la demanda del embarazo, parto, puerperio y atención del recién nacido y/o destinado a resolver la demanda específicamente la demanda de una maternidad y de pediatría.	ESCIEM	SI
Establecimiento de salud con internación especializada en salud mental	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen de internación destinada a resolver la demanda específicamente neuropsiquiátrica y/o adicciones.	ESCIESM	SI
Establecimiento de salud con internación especializada en otras especialidades	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen de internación destinada a resolver la demanda en una sola especialidad como por ejemplo en rehabilitación física, quemados, oftalmología, gastroenterología, urgencias y otras. El agrupar este establecimiento en una sola categoría obedece al escaso número de estos establecimientos en el país.	ESCIE	SI
Establecimiento de salud con internación especializada en tercera edad	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen de internación destinada a resolver la demanda en la tercera edad en carácter de residencia geriátrica. Incluye Geriátricos, hogares de ancianos y cualquier otra denominación de instituciones que contemplen el alojamiento de	ESCIE TE	SI



	ancianos que no requieren tratamiento médico específico.		
Establecimiento de salud sin internación de diagnóstico y tratamiento	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen exclusivamente ambulatorio que realiza acciones de diagnóstico y tratamiento. Comprende en el ámbito público a los CAPS - CICS y en el ámbito privado los centros médicos, cirugía ambulatoria, etc. No incluye consultorios individuales.	ESSIDT	NO
Establecimiento de salud sin internación de diagnóstico	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen exclusivamente ambulatorio que realiza acciones de diagnóstico solamente. Incluye por ejemplo los centros de Diagnóstico por imágenes y Laboratorios de Análisis Clínicos.	ESSID	NO
Establecimiento de salud sin internación de tratamiento	Establecimiento destinado a prestar asistencia sanitaria en régimen exclusivamente ambulatorio que realiza acciones de tratamiento solamente. Incluye por ejemplo los centros de diálisis.	ESSIT	NO
Establecimiento de salud complementario	Establecimiento destinado a prestar asistencia a la población que coadyuva a las acciones realizadas por los otros tipos de establecimientos (sistemas de emergencias, vacunatorios, etc).	ESCL	NO
Farmacia	Farmacia de atención al público	FARMACIA	NO
Droguería	Droguería de productos farmacéuticos	DROGUERÍA	NO
Tabla 4. Categorías de establecimientos de salud de la República Argentina de acuerdo al SISA.			

Si bien las **farmacias y droguerías son consideradas como establecimientos de salud por el SISA, la cantidad y distribución de estas no fue considerada en este análisis.** La distribución de establecimientos por cada categoría se muestra en la Figura 4. Se observa que **el 48,72% de los establecimientos son establecimientos de salud de diagnóstico y tratamiento sin internación (ESSIDT).**



En la Figura 5 se muestra el **origen del financiamiento de cada tipo de establecimiento, pudiendo ser público o privado**. Dentro del financiamiento público, es posible que los fondos sean nacionales, provinciales, municipales u otros. Para los establecimientos ESCIG, ESCIEM y ESSIDT predomina el financiamiento público, mientras que para el resto predomina el privado.

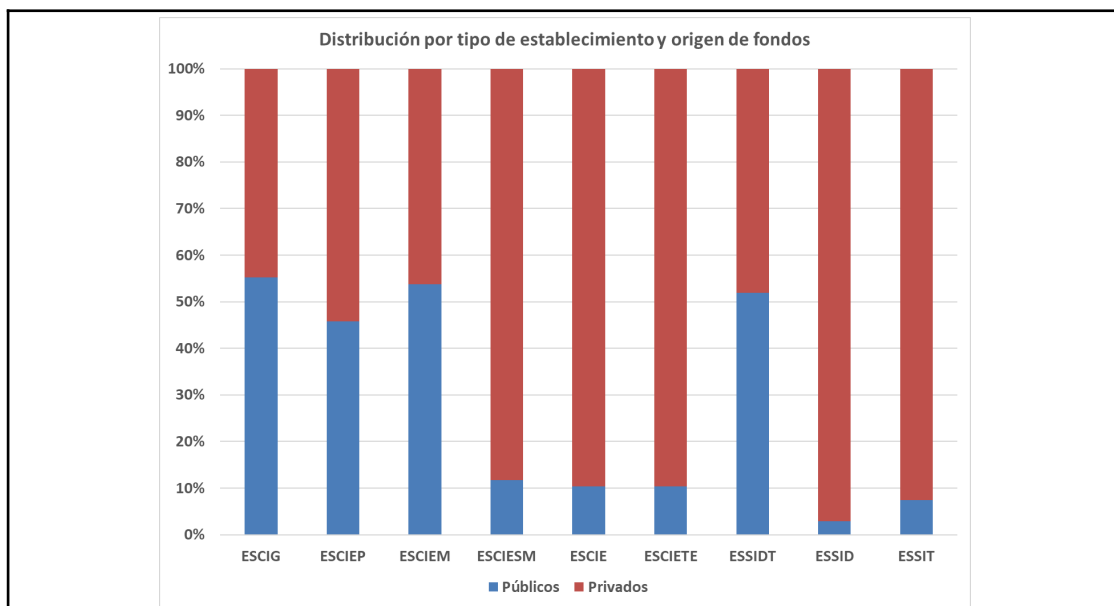


Figura 5. Origen del financiamiento según categoría del establecimiento de salud.

Por otro lado, **del total de los 36.312 establecimientos de salud** a nivel nacional, **solo 6.845 o bien el 18,81%, poseen internación de algún tipo** y de esa cantidad o porcentaje, el 26,98 % corresponde a financiamiento público y el 76,02 % a privado. Las proporciones de financiamiento público y privado para cada provincia, con y sin internación, se muestran en la Figura 6 y 7.

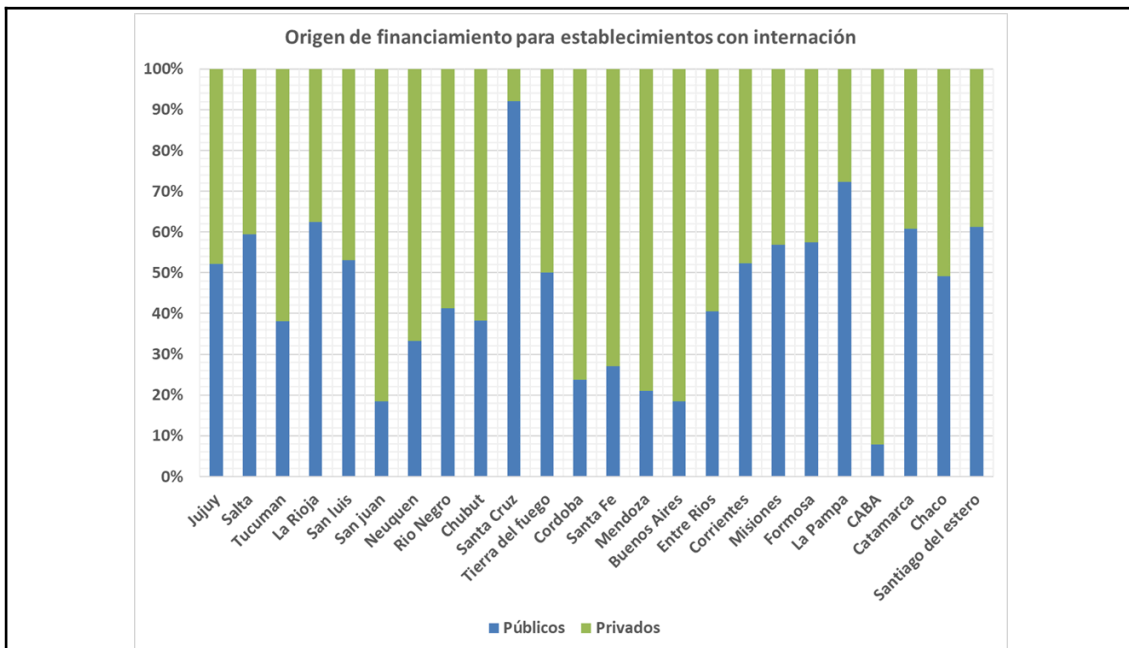


Figura 6. Origen de financiamiento para establecimientos con internación, por provincia.

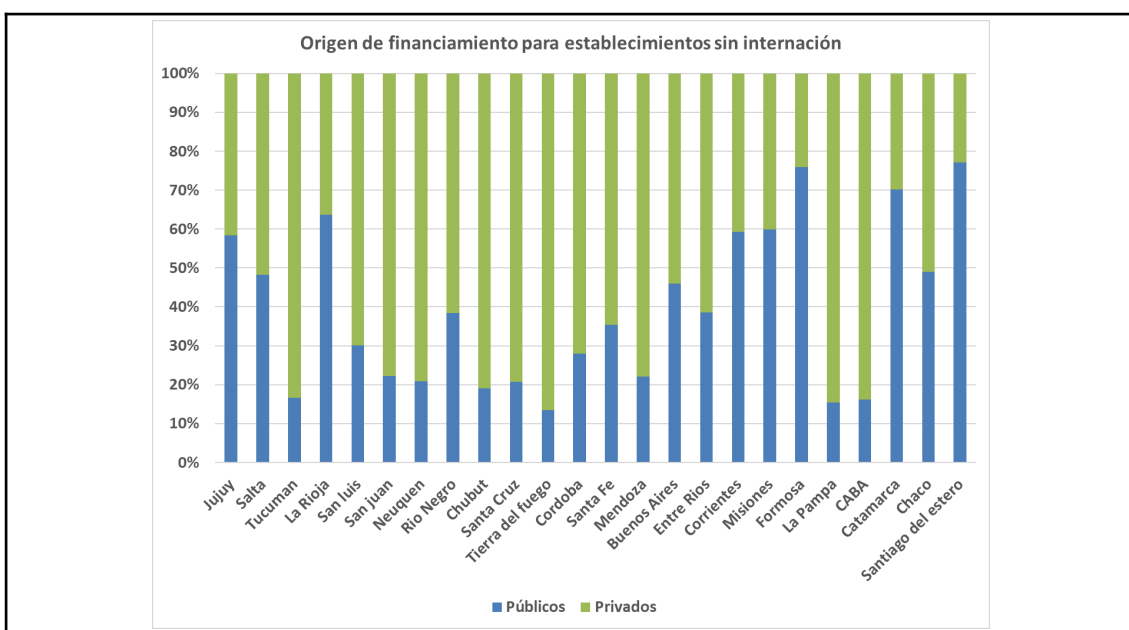


Figura 7. Origen de financiamiento para establecimientos sin internación, por provincia.

Como se mencionó anteriormente, dentro del ámbito público, los establecimientos pueden tener financiamiento Nacional, Provincial, Municipal o bien de otro ente público como una ONG, las Fuerzas Armadas, el ejército, o bien ser una combinación público-privada. Estas últimas son clasificadas como “Otro”. La Figura 8 muestra la distribución de camas por provincia y el origen del financiamiento.

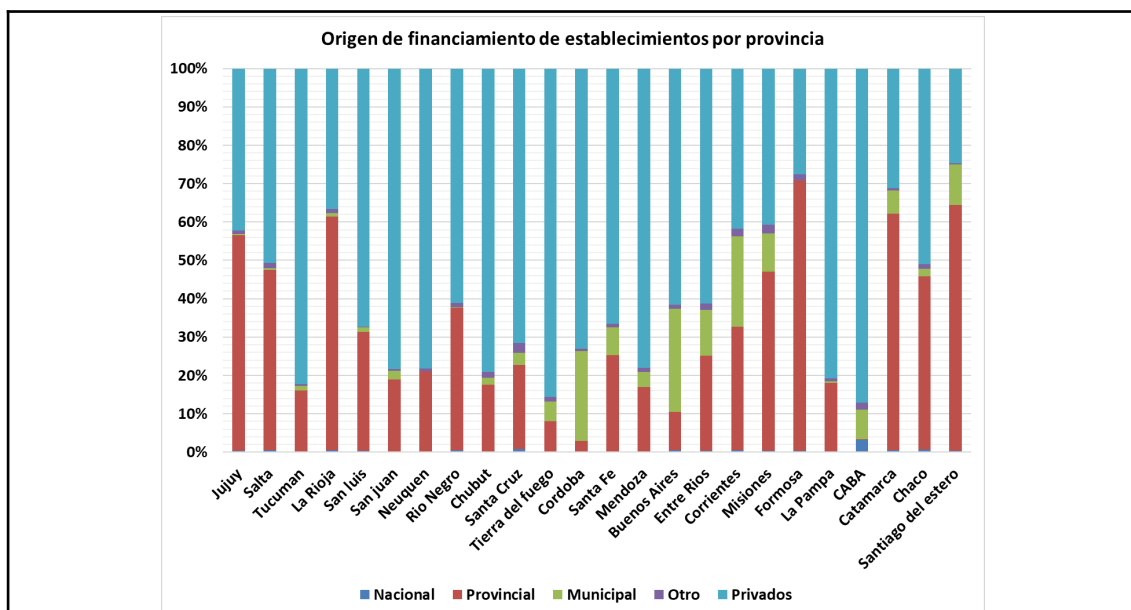


Figura 8. Origen del financiamiento del establecimiento, por origen de financiamiento Nacional, Provincial, Municipal, Otro y Privado.

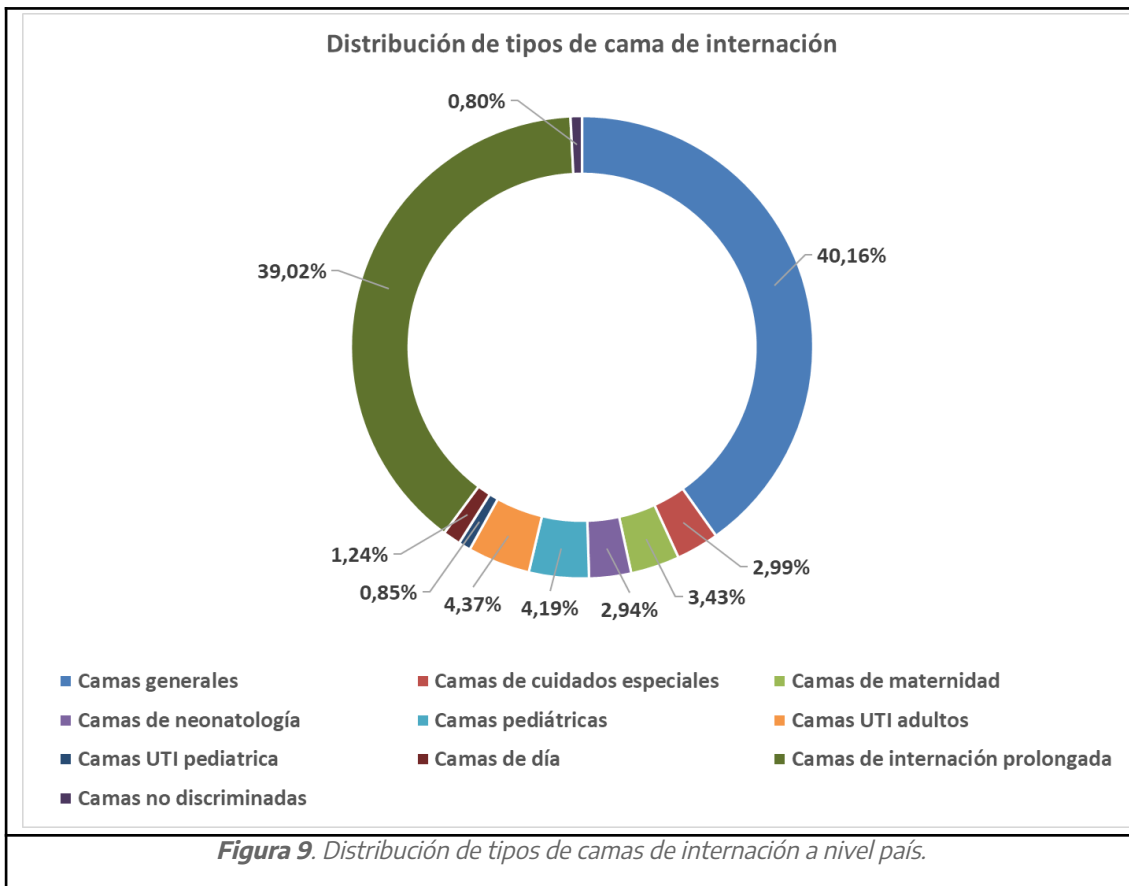
Con respecto al análisis de las camas, en el país existe un total de 236.232 camas distribuidas en las diferentes categorías y en los diferentes establecimientos con internación. Las categorías de camas existentes se muestran en la Tabla 5.

Nombre	Descripción
Camas generales	Comprende las camas de cuidados simples cualquiera sea el tipo de paciente, es decir clínico o quirúrgico.
Camas pediátricas	Comprende las camas de cuidados simples cualquiera sea el tipo de paciente pediátrico, es decir clínico o quirúrgico.
Camas de maternidad	Son aquellas que específicamente son utilizadas para la maternidad. Toda cama utilizada indistintamente para partos o para internación general, no debería ser considerada como camas de maternidad, dado que éstas integran la categoría de camas generales.



Camas de cuidados especiales	Incluye todas las camas que no son de cuidados simples, ni las de terapia intensiva. Son las camas que tienen mayor cantidad de denominaciones, entre las que cabe mencionar terapia intermedia, camas de aislamiento (no de terapia intensiva). Como concepto son aquellas que están adecuadas para hacer un seguimiento más continuo del paciente, sin ser una terapia intensiva y que categorizan al 2º nivel de los establecimientos.
Camas UTI adultos	Como el nombre lo expresa son las camas disponibles en las Unidades de Terapia Intensiva.
Camas UTI pediátricas	Como el nombre lo expresa son las camas disponibles en las Unidades de Terapia Intensiva Pediátrica.
Camas de neonatología	Incluye todas las cunas, incubadoras y otras modalidades que permiten al neonato hacer cuidados intermedios y de terapia neonatal.
Camas de día	Incluye todas las modalidades de cuidados con internación abreviada por no requerir otra modalidad de internación o porque están en observación. Serían las camas para tratamientos que requieren observación diurna y de atención en guardia.
Camas de internación prolongada	Camas de salud mental, adicciones, rehabilitación, discapacidad y geriátricas.
Camas no discriminadas	Camas que no están discriminadas.
<i>Tabla 5. Categorías de camas de internación.</i>	

La distribución a nivel nacional **por tipo de cama** puede verse en la Figura 9.



Al igual que en los establecimientos, las camas públicas pueden tener financiamiento Nacional, Provincial, Municipal o bien de otro ente público como una ONG, las Fuerzas Armadas, el ejército, o bien ser una combinación público-privada. Estas últimas son clasificadas como "Otro". **Del total de camas, un 39,98% (94.447) son de financiamiento público, mientras que un 60,02% (141.785) son de financiamiento privado.** La Figura 10 muestra la distribución de camas por provincia y el origen del financiamiento.

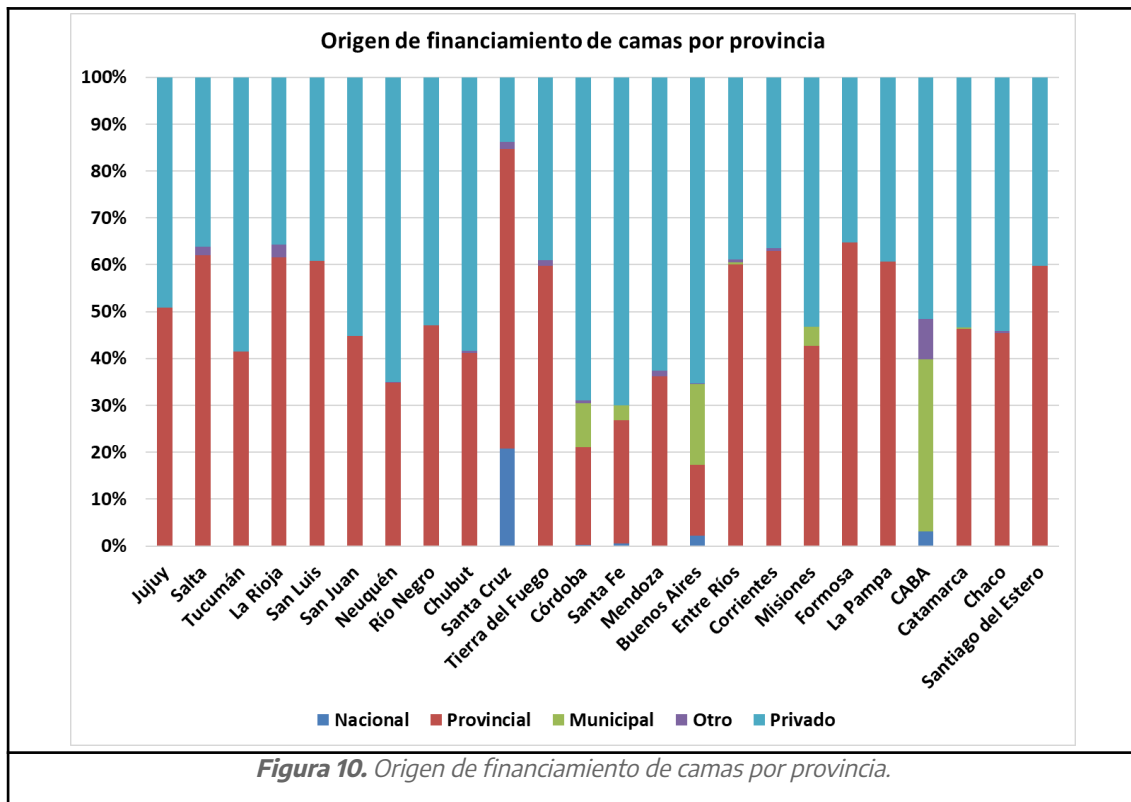


Figura 10. Origen de financiamiento de camas por provincia.

6.2- Demanda de agua caliente del sector salud

Como se mencionó al principio, muy pocos de los establecimientos de salud conocen su consumo de agua caliente sanitaria y muchos menos el consumo de combustible o electricidad destinada a ello. De esta manera, a los fines de estimar el potencial solar térmico, es necesario estimar un consumo de agua caliente basado en los datos del sistema de salud desarrollado anteriormente.

Dentro de las categorías de **establecimientos sin internación**, existe una variabilidad muy grande de tipos de establecimiento, tamaño, pacientes atendidos y consumos de agua caliente sanitaria. Pueden ser desde pequeñas salas de primeros auxilios, hasta grandes infraestructuras edilicias. **La Tabla 1 define 55 litros por persona y día para Hospitales y Clínicas y unos 41 litros para otros centros de salud y ambulatorios.** Si se asume conservadoramente que en cada establecimiento, unas 10 personas por día realizan un consumo de agua promedio de 48 litros (un promedio de consumo por persona entre ambos valores definidos en la Tabla 1), es posible estimar **una demanda mínima de 500 litros de agua caliente por establecimiento de salud.**

Seguramente **esa demanda pueda resultar sub-dimensionada en algunos casos y sobre dimensionada en otros.** No obstante, este es un ejercicio inicial con el objetivo de establecer un valor de referencia para el potencial solar térmico del sector salud. La demanda precisa resultará de analizar la superficie de cada uno de los establecimientos y la gente que concurre diariamente para su atención, como así también, el número de duchas, lavabos y otros usos de agua caliente. Este análisis específico puede ser



realizado a nivel provincial, municipal o privado, con el objetivo de establecer alguna política de promoción específica. Sin embargo, a los fines de este trabajo, la **aproximación realizada resulta adecuada para establecer un mínimo.**

Dando por válida la premisa de que los 36.312 establecimientos de salud del país (con y sin internación) consumen al menos 500 litros por día, **la demanda diaria de agua caliente de los establecimientos de salud (m_{ES})** se estima con la ecuación 17.

$$m_{ES} = 36.312 \cdot 500 \text{ l} = 18.156.00 \text{ l/día} \quad (17)$$

En los **centros con internación, además de la demanda básica o mínima definida en la sección anterior, existe un consumo adicional relacionado con el uso de las camas.** La existencia y uso de éstas implica una demanda adicional de lavado de sábanas y otra ropa blanca relacionada con la internación, como así también el uso de agua caliente para el lavado de vajilla de cocina relacionada con la alimentación diaria que reciben aquellos pacientes internados. **De acuerdo con la Tabla 1, se estima un consumo de 55 litros por cama/día para Hospitales y Clínicas. Adicionalmente se estiman 10 litros más por día y cama para el servicio de restaurante y otros 10 litros adicionales para el lavado de ropa de cama y otras blanquerías. De esta manera, el total por cama asciende a 75 litros por día.**

Entonces, si en Argentina existen 236.232 camas de internación en sus diferentes categorías y cada una de ellas consume aproximadamente unos 75 litros por día entre todos los consumos que supone su funcionamiento, se estiman los **litros diarios de consumo de agua caliente (m_{CS})**, de acuerdo con la ecuación 18:

$$m_{CS} = 236.232 \text{ camas} \cdot 75 \text{ l/cama. día} = 17.717.400 \text{ l/día} \quad (18)$$

Finalmente, la **demanda diaria total de agua caliente del sector salud (m_{SS})** se estima en la suma de los resultados de la ecuación 17 y 18, para dar los litros de agua caliente por día según la ecuación 19:

$$m_{SS} = 18.156.000 \text{ l/día} + 17.717.400 \text{ l/día} = 35.873.400 \text{ l/día} \quad (19)$$

De esta manera, la **demanda de energía térmica anual para calentar el agua en el sector salud de todo el país (DE_{SS})**, en kWh, se obtiene con la ecuación 20:

$$DE_{SS} = \left(\frac{m_{SS} \cdot C_p \cdot \Delta T}{1.000.000} \cdot 365 \right) / 3,6 \quad (20)$$

Donde,

DE_{SS} ; en kWh, es la energía anual requerida para el calentamiento del agua.

m_{SS} ; en litros, es la demanda estimada de agua caliente sanitaria en todo el sector salud (1 litro de agua=1 kg de agua).

ΔT : en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), rango de temperatura de calentamiento del agua, se asume en $57 - 17 = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

C_p : es el calor específico del agua, equivalente a 4180 J/g°C.

Una vez estimada la demanda de energía y utilizando el valor de energía por m² de colector definido en la sección metodología, se estima con la ecuación 21 el **área potencial de colectores solares del sector salud (A_{SS})** que podría cubrirla.

$$A_{SS} = \frac{DE_{SS}}{780 \text{ kWh/m}^2} \quad (21)$$

Los resultados de la aplicación de las ecuaciones 20 y 21 se muestran en la Tabla 6.

Provincia	N° establecimientos	Camas	l/día	DE _{SS} (kWh)	A _{SS} (m ²)
Jujuy	675	3286	583.950	9.899.250	12.691
Salta	1066	4468	868.100	14.716.224	18.867
Tucuman	2439	5998	1.669.350	28.299.192	36.281
La Rioja	454	1658	351.350	5.956.163	7.636
San luis	578	1630	411.250	6.971.601	8.938
San juan	884	3152	678.400	11.500.388	14.744
Neuquén	1288	3308	892.100	15.123.077	19.389
Rio Negro	608	2448	487.600	8.265.904	10.597
Chubut	988	3067	724.025	12.273.833	15.736
Santa Cruz	351	1281	271.575	4.603.800	5.902
Tierra del fuego	457	480	264.500	4.483.863	5.749
Córdoba	3574	25447	3.695.525	62.647.361	80.317
Santa Fe	2561	18816	2.691.700	45.630.297	58.500
Mendoza	2306	7963	1.750.225	29.670.203	38.039
Buenos Aires	9897	100862	12.513.150	212.125.700	271.956
Entre Ríos	1165	5927	1.027.025	17.410.356	22.321
Corrientes	706	4241	671.075	11.376.213	14.585
Misiones	960	4614	826.050	14.003.383	17.953
Formosa	473	2158	398.350	6.752.918	8.658
La Pampa	703	1217	442.775	7.506.020	9.623
CABA	1763	23743	2.662.225	45.130.630	57.860
Catamarca	570	2591	479.325	8.125.624	10.417
Chaco	977	4424	820.300	13.905.908	17.828
Santiago del Estero	869	3453	693.475	11.755.942	15.072
Totales	36312	236232	35.873.400	608.133.849	779.659

Tabla 6. Resultados del análisis de potencial del sector salud.

Algunos centros de salud tienen terrazas en sombra permanente, o bien, no tienen espacios disponibles para instalar sistemas solares térmicos. De esta manera, **una parte de esta área potencial no es viable técnicamente**. Por otro lado, y debido a que no se analizó el tamaño de cada uno de los establecimientos de salud, ni tampoco su



conurrencia, **se han supuesto valores conservadores en la estimación del consumo mínimo**. Habiendo mencionado esto, queda aclarar que la definición del grado de viabilidad del potencial de los sistemas solares térmicos se compensa con los consumos conservadores estimados, **permitiendo de esta manera asumir una viabilidad del 90% del potencial solar térmico determinado en el sector salud**.

En base a todo lo explicado, **el potencial solar térmico del sector salud es de un mínimo de 701.963 m² de colectores solares**.

Aplicando las ecuaciones 4 y 5 se obtiene **un ahorro potencial de gas natural asociado a la implementación del área de colectores solares (AGN_{SS}) de 65.881.167 m³ anuales y un ahorro de emisiones anuales de CO₂ ($ACO2_{SS}$) equivalentes de 143.198 tCO₂, durante la vida útil de los colectores solares**.

7- Potencial del sector industrial

De acuerdo con el informe de “*Calor Solar para procesos industriales*” de la Agencia Internacional de Energías Renovables⁹ (IRENA, 2015), los **procesos industriales de media y baja temperatura, es decir, de menos de 150 °C, constituyen el 45% de los requerimientos de calor a nivel mundial** y es allí donde la solar térmica presenta un potencial de aprovechamiento.

La mayoría de los procesos industriales requieren tanto del calentamiento de una corriente de aire o agua, como del calentamiento de algún sistema de inercia (hornos o tanques de almacenamiento). Usualmente, los procesos industriales que utilizan agua o aire a temperaturas cercanas a los 60 °C, extraen el calor a través de la generación de vapor, en lugar 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. Los sistemas de calor solar de proceso pueden suministrar entre el 20 y el 80% de la demanda de calor de una planta industrial, dependiendo del tipo de proceso en el cual se integre y las características específicas del lugar de instalación.

Un porcentaje extremadamente alto de la demanda de calor en el rango de baja temperatura se encuentra en la industria de alimentos, bebidas, papel y textiles, con rangos de temperatura media en las industrias de plásticos y química. Estas industrias requieren más del 50% de su calor de proceso total en el rango de temperatura de hasta 150 °C para aplicaciones tan diversas como secado, cocción, limpieza, extracción y muchas otras.

La tecnología solar térmica también puede proporcionar una alternativa a los procesos de refrigeración en sectores, como el sector de la alimentación y el tabaco, donde la

⁹ Agencia Internacional de Energías Renovables, traducido del inglés IRENA: International Renewable Energy Agency.



mayor parte del enfriamiento de los productos se realiza actualmente mediante enfriadores eléctricos (IEA, 2007a; Taibi et al., 2012).

Casi toda la demanda de calor de procesos industriales requiere calor en rangos de temperatura que puede proporcionar un sistema solar térmico. Las aplicaciones típicas y los **sectores industriales más prometedores** adecuados para sistemas solares térmicos para aplicaciones industriales se enumeran en la Tabla 1. La mayoría de las aplicaciones se encuentran en los rangos de temperatura baja a media, es decir menores a 120 °C.

Industria	Rango de temperaturas requeridas (°C)	Proceso industrial involucrado
Alimentos	30-120	Elaboración, cocción, secado, esterilizado, lavado.
Bebidas	60-90	Elaboración, cocción, secado, esterilizado, lavado
Papel	60-150	Elaboración, lavado, secado.
Tratamiento superficial de metales	30-80	Elaboración, lavado, secado.
Pre calentamiento de agua de caldera	30-100	Pre calentamiento de agua de caldera
Calentamiento de instalaciones industriales	30-80	Calefacción
Textil	30-180	Elaboración, lavado, secado, teñido, blanqueado, desengrasado, planchado.
Enfriamiento Industrial	55-180	Enfriamiento por chiller de adsorción
Química	120-260	Elaboración, pretratamiento, tratamiento, reacción química, lavado, secado.
Plástico	120-220	Elaboración, pretratamiento, tratamiento, reacción química, lavado, secado.
<i>Tabla 7. Procesos industriales y rangos de temperatura de operación.</i>		

La Figura 11 muestra un resumen de las **mejores aplicaciones de colectores solares en procesos de baja temperatura (<120 °C)**, de acuerdo con los resultados del proyecto Solar Payback (2019), que analizó la incidencia de la energía solar térmica en los procesos industriales.

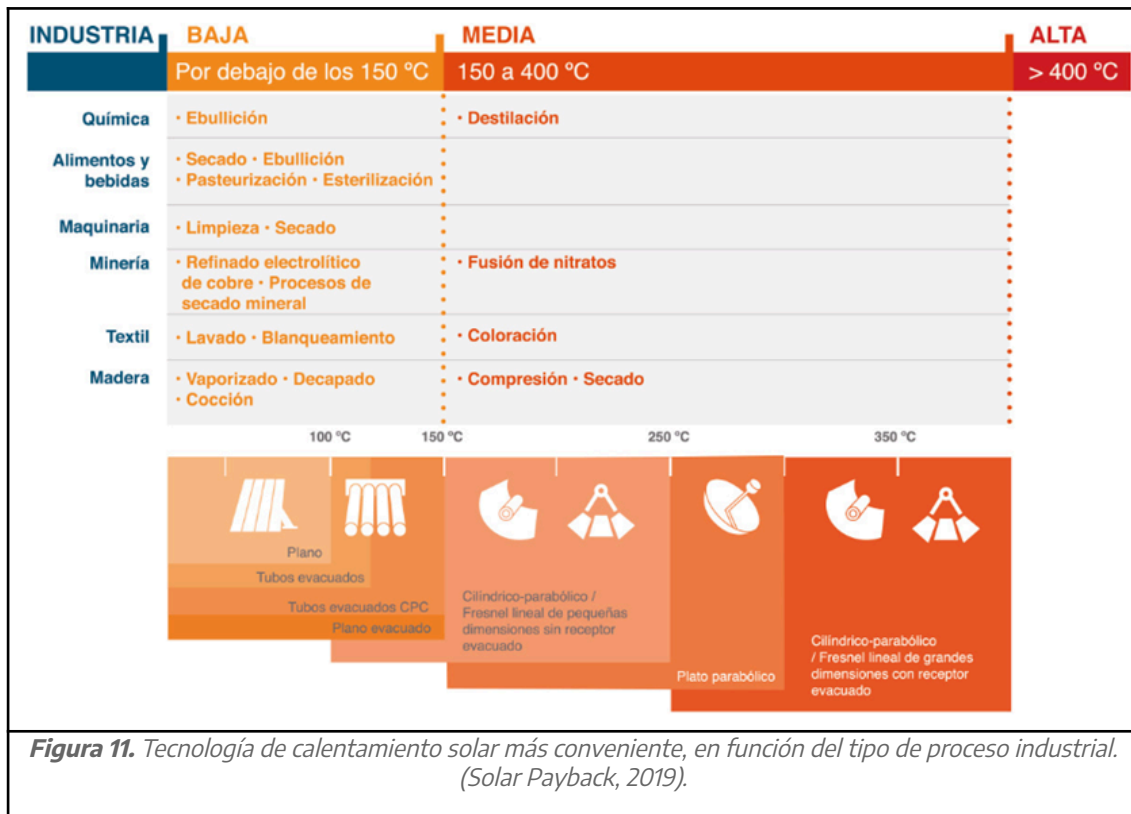


Figura 11. Tecnología de calentamiento solar más conveniente, en función del tipo de proceso industrial. (Solar Payback, 2019).

A nivel mundial existen alrededor de 635 proyectos registrados que implementan energía solar térmica en el mundo (SHIP Plants, 2019) y que totalizan casi 1 millón de metros cuadrados de colectores solares. **Los sectores a los cuales están aplicados estos proyectos son la industria de alimentos, bebidas, textil y farmacéutica (IEA, 2020).**

De acuerdo con (IEA, 2020), y dada la gran variabilidad existente entre los procesos industriales, aún dentro del mismo rubro, **es razonable asumir que el sistema solar térmico aporte en promedio, un 40% de la necesidad energética anual de una industria.**

En Argentina, el requerimiento de calor de la industria no es un dato conocido. Sin embargo, es posible **estimarlo a partir de los consumos de gas natural de la industria.** Los usuarios industriales/comerciales de gas son conocidos como Servicio General “P” (SGP) y se clasifican en P1, P2 y P3¹⁰ dependiendo del consumo anual de gas natural, pudiendo tener un rango de consumo entre 0 y 365 mil metros cúbicos anuales¹¹. Adicionalmente, cada usuario industrial/comercial está asociado a un código de actividad comercial en concordancia con los requerimientos del nomenclador de actividades económicas de AFIP. De esta manera, es posible conocer la cantidad de usuarios y el consumo de gas asociado a una determinada actividad comercial en cada una de las provincias de nuestro país.

¹⁰ <https://www.metrogas.com.ar/Grandes-Clientes/paginas/Recategorizacion-de-clientes-SGP.aspx>

¹¹ <https://www.metrogas.com.ar/Paginas/Categorias-de-clientes.aspx>

El nomenclador de actividades económicas de AFIP consta de 959 categorías¹². No todas las actividades poseen un consumo de gas. La base de datos con los consumos de los usuarios de tipo SGP para todo el país, con sus respectivos consumos anuales y clasificación de acuerdo al nomenclador AFIP para el 2021 fue solicitada y provista por ENARGAS¹³. A partir de esos datos se realizó el análisis que se describe a continuación.

El total de usuarios comerciales de gas natural SGP para el 2021 fue de 305.071, registrados en 11.404 diferentes actividades comerciales, que en su conjunto consumieron 3.743.063.869 m³ de gas natural en 2021. Por otro lado, no todas las actividades son susceptibles de incorporar energía solar térmica en primera instancia. De esta manera, de todas las categorías comerciales e industriales existentes según AFIP, **se seleccionaron 100 categorías relacionadas con la elaboración de productos alimenticios, bebidas y productos del agro, que es donde la energía solar térmica presenta su mayor potencial de aplicación.** La lista de las 100 actividades seleccionadas se muestra en el ANEXO A.

Del total de los 305.071 usuarios, unos 1.234 (o el 0,4%) presentan un consumo de gas asociado a alguna de las 100 actividades seleccionadas. Los usuarios SGP seleccionados en las 100 categorías consumieron 772.039.494 m³ de gas durante el 2021. La Figura 12 muestra la cantidad de usuarios SGP y el consumo declarado para cada una de las provincias.

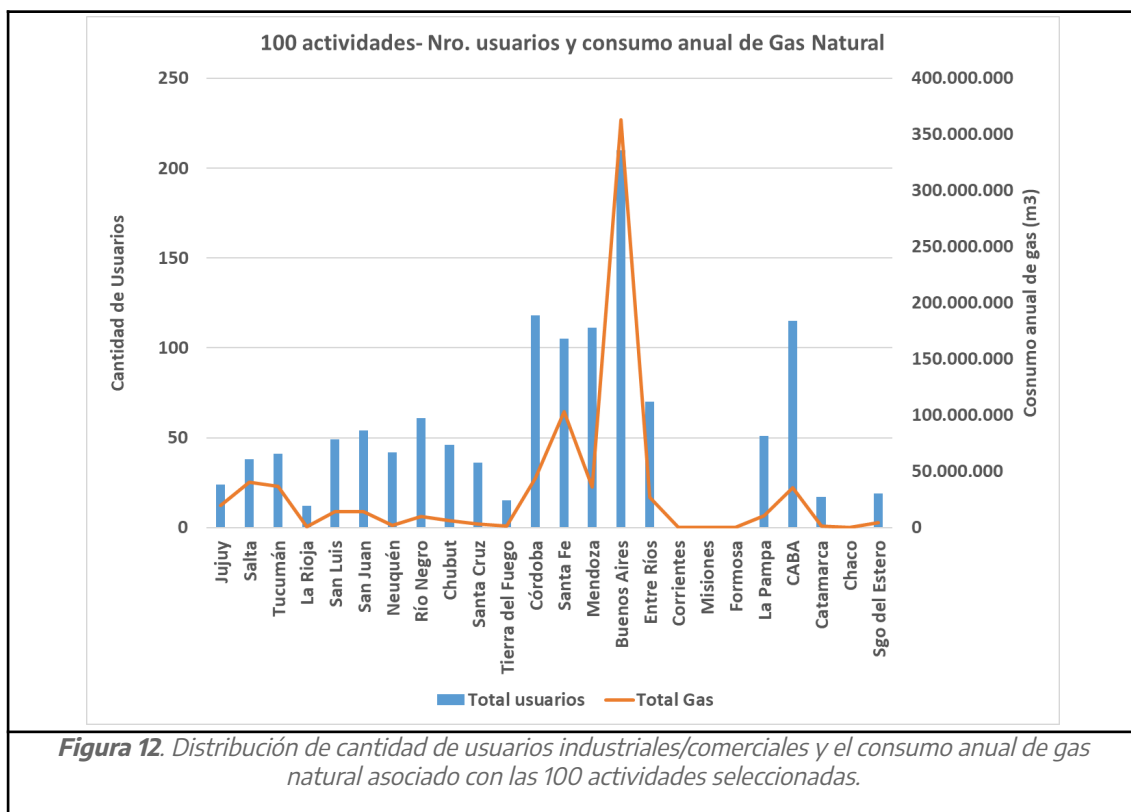


Figura 12. Distribución de cantidad de usuarios industriales/comerciales y el consumo anual de gas natural asociado con las 100 actividades seleccionadas.

¹² <https://serviciosweb.afip.gob.ar/genericos/nomencladorActividades/index.aspx>

¹³ La información fue solicitada y provista por mail por Juan Steve Caceres Pacheco de ENARGAS JSCaceresPacheco@enargas.gov.ar



Si se utiliza el valor de 772.039.494 m³ de gas natural anual como el total consumido por los usuarios SGP susceptibles de incorporar la energía solar térmica y **se asume el criterio de (IEA, 2020), donde el 40% de ese consumo puede ser atendido por energía solar térmica**, se obtiene la demanda anual de gas natural (GN_{SI}) que se podría desplazar en los sectores de interés, de acuerdo a la ecuación 22.

$$GN_{SI} = 772.039.494 \text{ m}^3 \cdot 40\% = 308.815.798 \text{ m}^3 \quad (22)$$

Dada la metodología utilizada en este sector, resulta claro que **el consumo sobre el cual se realizaron los cálculos es igual al ahorro esperado de gas natural** y por ende, $GN_{SI} = AGN_{SI}$.

Los resultados en metros cúbicos de la ecuación 22 equivalen a una demanda de energía del sector industrial (DE_I) definida por la ecuación 23.

$$DE_{SI} = GN_{SI} \cdot 0,0108 \text{ MWh/m}^3 = 308.815.798 \text{ m}^3 \cdot 0,0108 \text{ MWh/m}^3 = 3.335.211 \text{ MWh} \quad (23)$$

Finalmente, y en concordancia con la metodología ya descrita, se estima el **área potencial de colectores solares para el sector industrial A_{SI}** , de acuerdo con la ecuación 24.

$$A_{SI} = \frac{DE_{SI}}{780 \text{ kWh/m}^2} = \frac{3.335.211 \text{ MWh}}{0,78 \text{ MWh/m}^2} = 4.275.911 \text{ m}^2 \quad (24)$$

En este caso, las obstrucciones de otras construcciones y otras interferencias ya están contempladas en la premisa de que solo el 40% del consumo energético de los usuarios seleccionados son susceptibles de utilizar la energía solar térmica.

El **ahorro de emisiones de CO₂** está dado por la ecuación 5, que reemplazando los valores anteriores brinda los resultados de la ecuación 25.

$$ACO_{2SI} = GN_{SI} \cdot \left(10,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \cdot 3,6 \times 10^{-6} \frac{\text{TJ}}{\text{kWh}}\right) \cdot 56.100 \frac{\text{kg}}{\text{TJ}} = 673.579 \text{ tCO}_2 \quad (25)$$

De esta manera, el **área potencial de colectores solares para sector industrial (A_{SI})** se estima en **4.275.911 m²**. El consumo de gas natural asociado que desplazaría esta superficie (AGN_{SI}) es de **308.815.798 m³**. El ahorro potencial anual de emisiones asciende a **673.579 tCO₂**.

8- Potencial a nivel país

Finalmente, los resultados para el país se obtienen de la **suma de los valores calculados para cada uno de los sectores** conforme a las ecuaciones 26 a 29.

$$m = m_{SR} + m_{SH} + m_{SS} + m_{SI} \quad (26)$$



$$A_{col} = A_{SR} + A_{SH} + A_{SS} + A_{SI} \quad (27)$$

$$GN = GN_{SR} + GN_{SH} + GN_{SS} + GN_{SI} \quad (28)$$

$$CO_2 = CO_{2SR} + CO_{2SH} + CO_{2SS} + CO_{2SI} \quad (29)$$

La Tabla 8 resume los resultados del análisis realizado para cada uno de los sectores.

Parámetros	Sector Residencial (SR)	Sector Hotelero (SH)	Sector Salud (SS)	Sector Industrial (SI)	Total País
m (l/día)	2.581.494.840	91.757.480	35.873.400	196.741.758	2.905.862.078
A_{COL} (m ²)	17.558.063	1.179.798	700.000	4.275.911	23.688.553
AGN Anual (m ³)	1.582.102.923	106.509.541	73.201.297	308.815.798	2.071.352.920
ACO ₂ Anual (tCO ₂)	3.451.213	232.315	159.664	673.579	4.517.968
<i>Tabla 8. Resultados de potencial solar térmico para todo el país en los sectores analizados.</i>					

9- Conclusiones

De la tabla anterior se observa que **el mayor potencial solar térmico se encuentra en el sector residencial**, seguido del sector industrial, el hotelero y el de salud.

Cada uno de los sectores requiere diferentes mecanismos. El sector residencial podría prosperar con alguna línea de crédito específica. El sector industrial y el hotelero podrían beneficiarse de créditos fiscales, al igual que con la generación distribuida fotovoltaica. También surgen oportunidades como los modelos ESCO (del inglés, Energy Service Company). Finalmente, el sector salud puede presentar diferentes alternativas dado que presenta una mezcla entre prestadores públicos y privados. Un ejemplo en este caso podría ser que los establecimientos de salud de financiamiento público estén obligados a incorporar el uso de energía solar térmica y que a su vez, sea obligatorio el uso de tecnología de fabricación local. Los costos de inversión son fácilmente estimables a partir de los datos de este trabajo.

En lo que respecta a la industria y los hoteles, resulta esencial contar con proyectos demostrativos en ambos sectores, que inviten a que se sumen cada día más actores al rubro.

Con respecto al sector residencial, resulta crucial la obligatoriedad de la incorporación de esta tecnología en viviendas nuevas sociales o privadas.

Si el área potencial de colectores solares determinada en este informe se divide entre la cantidad de habitantes del país, el resultado sería aproximadamente de 0,5 m² de colectores solares per cápita. Tal como lo establece el informe de Fundación Bariloche



(2018), varios países del mundo han alcanzado este hito: Israel, Chipre, Barbados, Austria. Este no es un objetivo difícil de alcanzar, es un objetivo que otros países ya han alcanzado.

El ahorro de gas natural que podría generar el área del potencial solar térmico es similar a las cantidad de gas natural que se importan cada año por el país de Bolivia¹⁴.

En todos los casos, la estimación del potencial solar térmico ha sido realizada con criterios conservadores. La realidad es que existe mucho más potencial si se considera un mayor uso en el sector industrial, en el sector hotelero y en el sector salud.

¹⁴ <https://eleconomista.com.ar/actualidad/el-gobierno-estima-importar-26-demanda-gas-afrontar-invierno-n41795>



10- Referencias

- Bragagnuolo, J., Taretto, K., & Navntoft, L. C. (2022). Solar Energy in Argentina. *Solar*, 2, 120-140. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/solar2020008>
- Enargas. (2020). *Agua caliente sanitaria: ¿Cuáles son los modos más asequibles en Argentina?* Obtenido de <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf//agua-caliente-sanitaria.pdf>
- Fundación Bariloche. (2010). *El Mercado para Calentadores Solares de Agua en Argentina*. Obtenido de (<https://solarthermalworld.org/wp-content/uploads/2012/07/Marcado-para-calentadores-Solares-en-la-argentina-2011.pdf?x92526>)
- Fundación Bariloche. (2018). *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*. Obtenido de <https://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/3.-Infograf%C3%ADa-Calentadores-Solares-T%C3%A9rmicos.pdf>
- Gallegos, H. G. & Righini, R. (2007). *Atlas de Energía solar de la República Argentina*. Luján: SECYT-UNLu.
- Gil, S., Ianelli, L. M., Fiora, J. & Romero, P. (2020). *Agua Caliente sanitaria: ¿Cuáles son los modos más asequibles en Argentina?* ENARGAS. Obtenido de <https://www.enargas.gov.ar/secciones/publicaciones/divulgacion-tecnica/pdf//agua-caliente-sanitaria.pdf>
- IDAE. (2020). *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>
- IDAE. (2021). *Guía IDAE 022: Guía Técnica de Energía Solar Térmica (edición v1.0)*. (IDAE, Ed.) Obtenido de https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guiasolar-termica_idae-asit_v3.0_20210111_nipo.pdf
- IEA. (2020). *Solar Heat Integration in Industrial Processes-Position Paper*. Obtenido de <https://task49.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/IEA-SHC-Technology-Position-Paper--Solar-Heat-Integrations-Industrial-Processes--May2020.pdf>
- IEA. (2022). *Solar Heat Worldwide*. IEA. Obtenido de <https://www.iea-shc.org/solar-heat-worldwide>
- IEA. (2022). *Solar Heat Worldwide*. Obtenido de <https://www.iea-shc.org/solar-heat-worldwide>
- INAVENTA Solar. (2022). Obtenido de <https://inaventasolar.com/en>



- INDEC. (2019). Obtenido de <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-13-56>
- INDEC. (2022). Obtenido de <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Institucional-GacetillaCompleta-355>
- INTI. (2020). *Censo Solar Térmico*. Obtenido de <https://censost.inti.gov.ar/docs/censo-solar-termico-2020.pdf>
- IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Obtenido de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IRENA. (2015). *Solar Heat for Industrial Processes*. Obtenido de https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_ETS_AP_Tech_Brief_E21_Solar_Heat_Industrial_2015.pdf
- IRENA. (2021). *Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for solar Water Heaters*. Abu Dhabi: IRENA. Obtenido de <https://www.irena.org/publications/2021/Jul/Renewable-energy-benefits-Leveraging-local-capacity-for-solar-water-heaters>
- Ministerio de Salud. (2020). *Sistema Integrado de Salud Argentino*. Obtenido de <https://sisa.msal.gov.ar/sisa/#sisa>
- OLADE. (2021). *La Energía Solar Térmica en Argentina*. Obtenido de <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00305.pdf>
- SHIP Plants. (2019). Obtenido de <http://ship-plants.info/>
- Solar Payback. (2019). *Solar Payback*. Obtenido de <https://www.solar-payback.com/?lang=es>
- Solar Payback. (2021). Obtenido de <https://www.solar-payback.com/?lang=es>
- Triple Solar. (2022). Obtenido de <https://triplesolar.eu/en/>
- TVP Solar. (2022). *TVP solar*. Obtenido de [https://www.tvpsolar.com/attach/MT-Power%20Datasheet%20\(v4%20SK\).pdf](https://www.tvpsolar.com/attach/MT-Power%20Datasheet%20(v4%20SK).pdf)



11- ANEXO A

Listado de 100 actividades económicas relacionadas con la industria de alimentos, bebidas y el agro.

14610	Producción de leche bovina
14620	Producción de leche de oveja y de cabra
14710	Producción de lana y pelo de oveja y cabra (cruda)
14720	Producción de pelos de ganado n.c.p.
14810	Cría de aves de corral, excepto para la producción de huevos
14820	Producción de huevos
14910	Apicultura
14920	Cunicultura
14930	Cría de animales pelíferos, pilíferos y plumíferos, excepto de las especies ganaderas
14990	Cría de animales y obtención de productos de origen animal, n.c.p.
101011	Matanza de ganado bovino
101012	Procesamiento de carne de ganado bovino
101013	Saladero y peladero de cueros de ganado bovino
101020	Producción y procesamiento de carne de aves
101030	Elaboración de fiambres y embutidos
101040	Matanza de ganado excepto el bovino y procesamiento de su carne
101091	Fabricación de aceites y grasas de origen animal
101099	Matanza de animales n.c.p. y procesamiento de su carne, elaboración de subproductos cárnicos n.c.p.
102001	Elaboración de pescados de mar, crustáceos y productos marinos
102002	Elaboración de pescados de ríos y lagunas y otros productos fluviales y lacustres
102003	Fabricación de aceites, grasas, harinas y productos a base de pescados
103011	Preparación de conservas de frutas, hortalizas y legumbres
103012	Elaboración y envasado de dulces, mermeladas y jaleas
103020	Elaboración de jugos naturales y sus concentrados, de frutas, hortalizas y legumbres
103030	Elaboración de frutas, hortalizas y legumbres congeladas
103091	Elaboración de hortalizas y legumbres deshidratadas o desecadas, preparación n.c.p. de hortalizas y legumbres
103099	Elaboración de frutas deshidratadas o desecadas, preparación n.c.p. de frutas
104011	Elaboración de aceites y grasas vegetales sin refinar
104012	Elaboración de aceite de oliva
104013	Elaboración de aceites y grasas vegetales refinados
104020	Elaboración de margarinas y grasas vegetales comestibles similares
105010	Elaboración de leches y productos lácteos deshidratados



105020	Elaboración de quesos
105030	Elaboración industrial de helados
105090	Elaboración de productos lácteos n.c.p.
106110	Molienda de trigo
106120	Preparación de arroz
106131	Elaboración de alimentos a base de cereales
106200	Elaboración de almidones y productos derivados del almidón, molienda húmeda de maíz
107110	Elaboración de galletitas y bizcochos
107121	Elaboración industrial de productos de panadería, excepto galletitas y bizcochos
107129	Elaboración de productos de panadería n.c.p.
107200	Elaboración de azúcar
107301	Elaboración de cacao y chocolate
107309	Elaboración de productos de confitería n.c.p.
107410	Elaboración de pastas alimentarias frescas
107420	Elaboración de pastas alimentarias secas
107500	Elaboración de comidas preparadas para reventa
107991	Elaboración de extractos, jarabes y concentrados
107992	Elaboración de vinagres
107999	Elaboración de productos alimenticios n.c.p.
108000	Elaboración de alimentos preparados para animales
109000	Servicios industriales para la elaboración de alimentos y bebidas
110100	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas
110211	Elaboración de mosto
110212	Elaboración de vinos
110290	Elaboración de sidra y otras bebidas alcohólicas fermentadas
110300	Elaboración de cerveza, bebidas malteadas y malta
110411	Embotellado de aguas naturales y minerales
110412	Fabricación de sodas
110420	Elaboración de bebidas gaseosas, excepto soda
110492	Elaboración de bebidas no alcohólicas n.c.p.
120099	Elaboración de productos de tabaco n.c.p.
131120	Preparación de fibras animales de uso textil
131300	Acabado de productos textiles
142000	Terminación y teñido de pieles, fabricación de artículos de piel
162909	Fabricación de productos de madera n.c.p, fabricación de artículos de paja y materiales trenzables
170101	Fabricación de pasta de madera
170102	Fabricación de papel y cartón excepto envases
170201	Fabricación de papel ondulado y envases de papel
170202	Fabricación de cartón ondulado y envases de cartón



170910	Fabricación de artículos de papel y cartón de uso doméstico e higiénico sanitario
170990	Fabricación de artículos de papel y cartón n.c.p.
192000	Fabricación de productos de la refinación del petróleo
201110	Fabricación de gases industriales y medicinales comprimidos o licuados
201120	Fabricación de curtientes naturales y sintéticos
201130	Fabricación de materias colorantes básicas, excepto pigmentos preparados
201180	Fabricación de materias químicas inorgánicas básicas n.c.p.
201190	Fabricación de materias químicas orgánicas básicas n.c.p.
201210	Fabricación de alcohol
201220	Fabricación de biocombustibles excepto alcohol
201300	Fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno
201401	Fabricación de resinas y cauchos sintéticos
201409	Fabricación de materias plásticas en formas primarias n.c.p.
202101	Fabricación de insecticidas, plaguicidas y productos químicos de uso agropecuario
202200	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas
202311	Fabricación de preparados para limpieza, pulido y saneamiento
202312	Fabricación de jabones y detergentes
202320	Fabricación de cosméticos, perfumes y productos de higiene y tocador
202906	Fabricación de explosivos y productos de pirotecnia
202907	Fabricación de colas, adhesivos, aprestos y cementos excepto los odontológicos obtenidos de sustancias minerales y vegetales
202908	Fabricación de productos químicos n.c.p.
203000	Fabricación de fibras manufacturadas
210010	Fabricación de medicamentos de uso humano y productos farmacéuticos
210020	Fabricación de medicamentos de uso veterinario
210030	Fabricación de sustancias químicas para la elaboración de medicamentos
210090	Fabricación de productos de laboratorio y productos botánicos de uso farmacéutico n.c.p.
221110	Fabricación de cubiertas y cámaras