



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

Industrias y Servicios II

Energía Solar como Inversión Industrial

Royo, Lourdes

Videla, Ana Clara

2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
RELACIÓN CON LA INDUSTRIA.....	2
2. RESEÑA HISTÓRICA.....	3
3. EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	5
4. EQUIPOS E INSTALACIONES.....	5
• PANELES SOLARES.....	5
• COLECTORES SOLARES TÉRMICOS.....	7
5. RADIACIÓN SOLAR EN ARGENTINA.....	10
6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CELDA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	11
7. TRANSICIONES ENERGÉTICAS Y COMPLEMENTARIEDAD.....	13
8. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA.....	15
9. ASPECTOS PRODUCTIVOS.....	16
VENTAJAS.....	16
DESVENTAJAS.....	16
10. ANÁLISIS DE CONTEXTO.....	17
CONTEXTO MUNDIAL.....	17
CONTEXTO NACIONAL.....	20
11. PRINCIPALES PAÍSES DESARROLLADORES.....	22
12. GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	23
MARCO NORMATIVO. LEY NACIONAL N°27.424.....	24
PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN DE USUARIO GENERADOR.....	25
BENEFICIOS PROMOCIONALES.....	26
AVANCES DEL RÉGIMEN.....	27
13. PROYECTO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO.....	29
SISTEMA DE GENERACIÓN ON-GRID.....	29
ANÁLISIS DE CONSUMO.....	30
14. BIBLIOGRAFÍA.....	36

1. INTRODUCCIÓN

Como indica la palabra, la energía solar es la energía generada por el Sol. Esta es emitida en forma de radiación electromagnética, y constituye la principal fuente de luz y calor de la Tierra. Gracias al avance de la tecnología, es posible aprovecharla para obtener energía eléctrica y térmica, destinada a abastecer hogares e industrias. Es una fuente constante, económica, no contaminante y segura de energía.

Existen diversas tecnologías para capturar la energía solar y convertirla en energía utilizable para las actividades humanas; algunas lo hacen de modo activo y otras de modo pasivo. Las tecnologías activas son aquellas que emplean dispositivos eléctricos o mecánicos para captar y almacenar la energía solar, y transformarla en otro tipo de energía (eléctrica o térmica).

En cambio, las tecnologías pasivas incluyen las disposiciones relacionadas con la arquitectura bioclimática, es decir, la orientación de los edificios para recibir mayor luz natural, prevenir la dispersión del calor añadido por el Sol, etc.

Dentro de las tecnologías activas, existen dos formas principales de captar la energía solar y transformarla en otro tipo de energía. Una de ellas es a través de células fotovoltaicas que convierten la luz solar en electricidad. Las células fotovoltaicas están hechas de materiales semiconductores, como el silicio, que pueden absorber la energía de la luz y convertirla en corriente eléctrica.

Otra forma de capturarla es a través de colectores solares térmicos. Estos dispositivos absorben la energía solar y la utilizan para calentar agua o aire. Este calor se puede utilizar directamente para calefacción o agua caliente en hogares o edificios.

Hoy en día, la energía solar es uno de los **pilares de la transición energética**, es una fuente de energía renovable y limpia. Busca reemplazar las fuentes de energía de origen fósil con el fin de combatir el cambio climático; ya que una vez instalado el parque solar, no produce gases de efecto invernadero como, por ejemplo, dióxido de carbono (CO₂). Además, el sol es una fuente de energía abundante y disponible en todo el mundo, por lo que su uso puede contribuir a la seguridad energética.

RELACIÓN CON LA INDUSTRIA

La energía solar puede tener una relación muy beneficiosa con la industria, ya que se encuentra aplicada por ejemplo para generar electricidad, calentar agua, iluminar edificios y climatizar espacios.

Al aplicarse como fuente de energía en los procesos industriales, permite reducir los costos de energía y aumentar la eficiencia energética; mejorando su competitividad y rentabilidad, y ayudando a reducir el impacto ambiental ya que permite reducir la huella de carbono de las empresas y mejorar su imagen corporativa.

Por otro lado, otra razón de utilizarla es que permite la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y la estabilidad de precios de la energía solar, lo que puede mejorar la rentabilidad a largo plazo de las empresas que la utilizan. Además, la instalación

de sistemas de energía solar en las empresas puede ser vista como una inversión a largo plazo en lugar de un gasto, ya que los sistemas de energía solar tienen una vida útil de alrededor de 25 a 30 años.

2. RESEÑA HISTÓRICA

El aprovechamiento de la energía solar se remonta a la antigüedad. En la época de los griegos y los romanos, se construyeron edificios con materiales y diseños que permitían la entrada de luz solar para proporcionar iluminación natural y aprovecharla en invernaderos. Además, las personas utilizaban la luz y el calor del sol para secar alimentos y calentar agua en baños.

Uno de los primeros inventos apareció en 1767, cuando el científico suizo Horace de Saussure inventó la "caja caliente"; un dispositivo que utilizaba paneles de vidrio y cobre para capturar la energía solar y calentar agua. Esta fue la primera tecnología diseñada específicamente para aprovechar la energía solar.

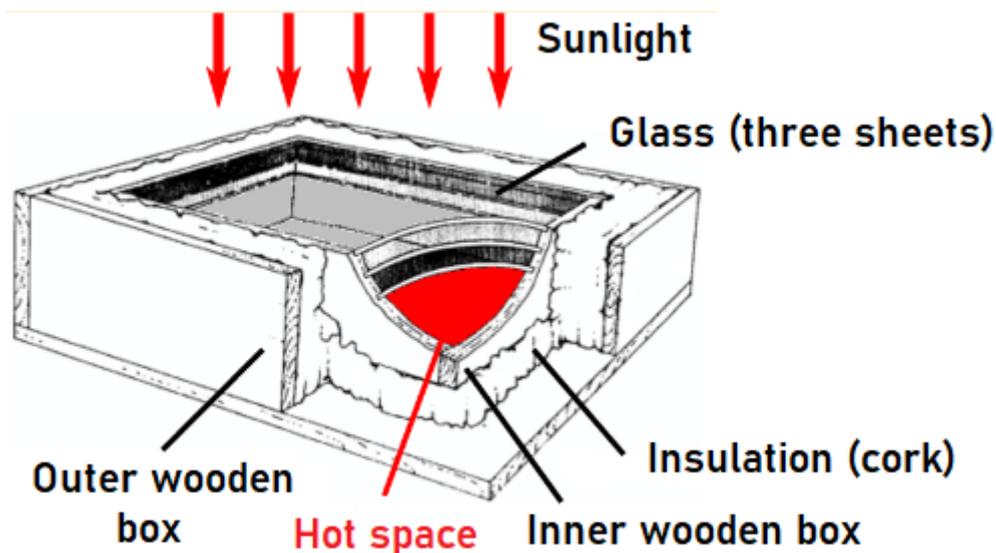


Ilustración 1: "Caja caliente": invento de Saussure para calentar agua

Luego, en 1839, el físico francés Alexandre Edmond Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico (capacidad de ciertos materiales para generar electricidad cuando se exponen a la luz solar). Sin embargo, no fue hasta 1883 que el científico estadounidense Charles Fritts construyó la primera célula solar fotovoltaica, que estaba hecha de selenio recubierto con una fina capa de oro. Este último descubrimiento se iría modernizando hasta que, 70 años después, Laboratorios Bell consigue una celda fotovoltaica funcional y comercializable comúnmente conocida como un panel solar.



Ilustración 2: Imagen de la primera célula fotovoltaica

A principios del siglo XX, el científico estadounidense Frank Shuman construyó la primera planta de energía solar del mundo ubicada en Egipto. En ella se utilizaban espejos para concentrar la energía solar y producir vapor para mover turbinas y generar electricidad.

Durante la década de 1950, la NASA comenzó a utilizar paneles solares en sus satélites para producir electricidad. Esto impulsó el desarrollo de células fotovoltaicas y tecnologías para la captura y conversión de la energía solar.

La aplicación moderna de la energía solar en la industria comenzó a principios de la década de 1970. Durante ese tiempo, la crisis del petróleo llevó a un aumento significativo en los precios de los combustibles fósiles y una búsqueda de alternativas energéticas. Algunas empresas comenzaron a utilizar paneles solares para generar electricidad en lugares remotos donde no había acceso a la red eléctrica. Por ejemplo, la compañía petrolera BP instaló una serie de paneles solares en una plataforma petrolífera en el Mar del Norte en 1978.

En la década de 1980, su aplicación en la industria se expandió a medida que se desarrollaron tecnologías más avanzadas y se redujeron los costos. Los paneles solares comenzaron a utilizarse para calentar agua en procesos industriales, como la limpieza de piezas metálicas y la producción de alimentos y bebidas.

En las últimas décadas, el interés por la energía limpia y renovable ha llevado a una mayor inversión en tecnologías solares y una reducción significativa en el costo de los paneles solares. Hoy en día, la energía solar se utiliza en todo el mundo para generar electricidad, calentar agua, iluminar edificios, climatizar espacios, entre otras aplicaciones. Además, el desarrollo de baterías de almacenamiento de energía está permitiendo que la energía solar se pueda utilizar incluso cuando el sol no está presente. Las empresas han utilizado estas tecnologías para generar electricidad en sus instalaciones, reducir los costos de energía y mejorar su eficiencia energética, así como también para aumentar la sostenibilidad y reducir su impacto ambiental.

3. EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Aunque la evolución de la energía solar se ha mantenido desde hace décadas, el enfoque con el paso de los años se ha basado en hacer que la tecnología para este tipo de energía sea más rentable y aplicable para el mundo de hoy. Y en este sentido, se ha logrado un gran éxito de la mano de las principales potencias mundiales en cuanto a energía fotovoltaica, es decir gracias a países como Estados Unidos, China o Alemania.

Comenzando con la primera generación de tecnología comentada previamente, la segunda generación de células solares se conoce desde los años noventa. Se basan en un método de producción epitaxial para crear láminas mucho más flexibles y delgadas que sus predecesoras. La eficiencia, entre el 28% y el 30%, es otra de sus principales ventajas, pero su elevado costo las limita hoy en día a los sectores aeronáutico y espacial.

Por otro lado, la tercera generación persigue mejorar aún más los paneles. Diversos investigadores y empresas de todo el mundo trabajan en varias tecnologías, como las denominadas de huecos cuánticos, nanotubos de carbono o nanoestructuras de óxido de titanio con colorante (DSSC). Con ellas se podría crear una pintura que recubriría las casas o las carreteras para generar energía. La eficiencia de estos sistemas también podría ser superior (entre el 30% y el 60%).

Una cuarta generación de paneles solares uniría nanopartículas con polímeros para lograr células más eficientes y baratas. El panel se basaría en varias capas que no sólo aprovecharían los diferentes tipos de luz, sino también el espectro infrarrojo. Por ejemplo, la NASA ha utilizado esta tecnología multi-unión en sus misiones a Marte.

Para convertir la energía solar en una fuente competitiva y realmente al alcance de todos, los científicos están trabajando para dar con otras alternativas al silicio: materiales fotovoltaicos diseñados desde cero para ser altamente eficientes captando los rayos del sol.

4. EQUIPOS E INSTALACIONES

● PANELES SOLARES

La parte más importante de los paneles solares es el conjunto de células fotovoltaicas que son las encargadas de producir electricidad a partir de la radiación solar. El resto de elementos que forman parte de un panel solar tienen la función de proteger y dar firmeza y funcionalidad al conjunto.

La estructura de un panel solar se divide en diferentes partes o componentes. En la actualidad, las partes de un panel fotovoltaico son las siguientes:

1. Cubierta frontal

La cubierta frontal es la parte del panel solar que tiene la función de protección frente a las condiciones climáticas y los agentes atmosféricos. Se utiliza el vidrio templado con bajo contenido en hierro, ya que presenta una buena protección contra los impactos y es muy buen transmisor de la radiación solar.

Si bien es necesario la presencia de una cubierta plana para proteger las células fotovoltaicas, dependiendo de la calidad del cristal protector puede hacer bajar el rendimiento del panel solar.

2. Capas encapsuladas

Las capas encapsuladas son las encargadas de proteger las células solares y sus contactos. Los materiales empleados (etil-vinil-acetileno o EVA) proporcionan una excelente transmisión a la radiación solar, así como una nula degradación frente a la radiación ultravioleta. El EVA es un polímero termoplástico de etileno y acetato de vinilo, que actúa como aislante térmico y transparente para dejar pasar los rayos solares hasta las células fotovoltaicas. Aporta cohesión al conjunto del panel al rellenar el volumen existente entre las cubiertas frontal y trasera, amortiguando así las vibraciones e impactos que se pueden producir.

Los problemas más importantes que presentan los copolímeros como éste, son su excesiva plasticidad y gran adherencia al polvo; lo que provoca una disminución en la transmisividad a la radiación solar, y su baja vida útil, que suele condicionar la vida útil de todo el módulo o equipo.

3. Marco de apoyo

El marco de apoyo es la parte que da robustez mecánica al conjunto y permite la inserción de un panel solar en estructuras que agruparán a módulos.

Normalmente, es de aluminio aunque también puede ser de otros materiales. El material debe ser resistente a las diferentes condiciones climáticas, y debe favorecer la disipación de calor. El aumento de la energía térmica del panel solar reduce el rendimiento del efecto fotovoltaico.

El marco de apoyo está unido a la estructura que determina la inclinación y orientación del panel solar. En tejados inclinados se puede considerar la posibilidad de instalar los paneles directamente sobre la superficie del tejado (si están orientados al sur) aprovechando la inclinación del tejado. Sin embargo, en tejados planos es mejor utilizar algún tipo de estructura para conseguir una orientación e inclinación óptimas.

4. Protector posterior

La misión de esta parte del panel solar es proteger contra los agentes atmosféricos, ejerciendo una barrera infranqueable contra la humedad. Normalmente, se utilizan materiales 24 acrílicos, Tedlar o EVA. A menudo son de color blanco, ya que esto favorece el rendimiento del panel debido al reflejo que produce en las células.

5. Caja de conexiones eléctricas

Las corrientes eléctricas que generan las células fotovoltaicas se conducen a una caja de conexiones para unificarse.

De la caja de conexiones eléctricas salen dos cables con una diferencia de potencial eléctrico entre ellos. Esta parte del equipo es el lugar por donde se da una continuidad en el

circuito eléctrico. Algunos módulos fotovoltaicos tienen una toma de tierra, que deberá utilizarse en instalaciones de potencia elevada.

6. Células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas son la parte más importante del panel solar. Se trata de unos dispositivos semiconductores capaces de generar electricidad a partir del impacto de la radiación solar.

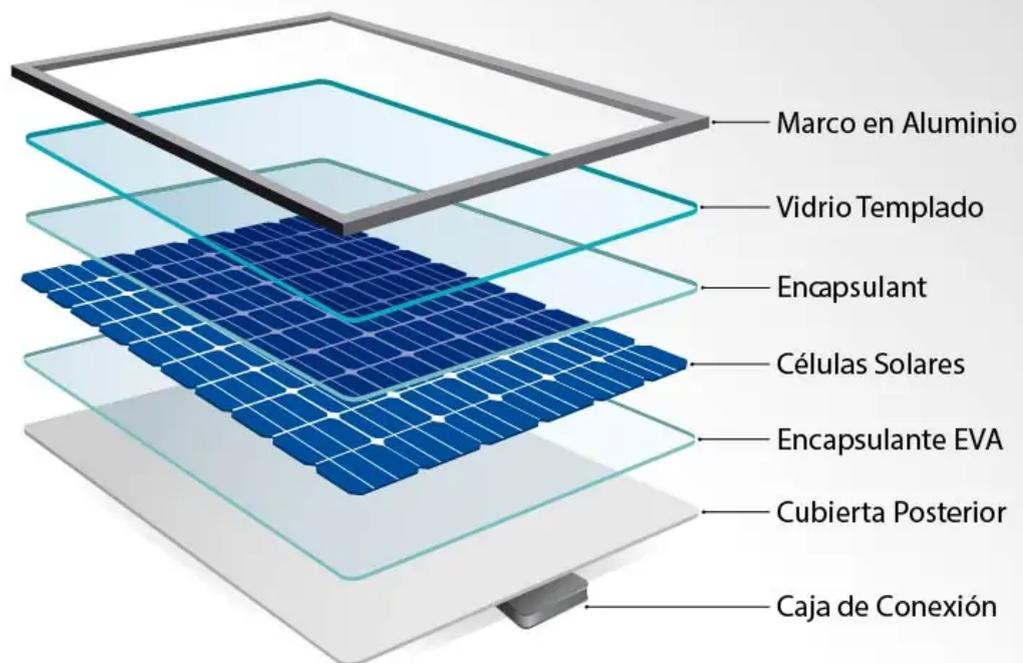


Ilustración 3: Componentes de un panel solar

● COLECTORES SOLARES TÉRMICOS

La función de una instalación de energía solar térmica es aprovechar la energía solar para generar calor. Los paneles solares de estas instalaciones capturan el calor de la radiación solar que incide sobre ellos para calentar un fluido. Las distintas maneras de aprovechar este fluido caliente permite utilizar este tipo de energía renovable en múltiples aplicaciones.

La parte principal de una instalación de energía solar térmica es el Captador solar. El captador solar es un tipo de panel solar diseñado para el aprovechamiento de la energía solar térmica. El captador solar también recibe el nombre de colector solar.

La estructura de un sistema solar térmico se divide en diferentes partes o componentes. En la actualidad, los componentes son los siguientes:

1. Colector solar:

Los captadores solares son los elementos que capturan la radiación solar y la convierten en energía térmica, en calor. A menudo van recubiertos por un vidrio que cubre el captador y no sólo protege la instalación, sino que también permite conservar el calor produciendo un efecto invernadero que mejora el rendimiento de esta parte del equipo.

Los colectores solares se componen de los siguientes elementos:

- *Cubierta:* Es transparente, puede estar presente o no. Generalmente es de vidrio aunque también se utilizan de plásticos especiales, ya que es menos caro y manejable. Su función es minimizar las pérdidas por convección y radiación y por ello debe tener una transmitancia solar lo más alta posible.
- *Canal de aire:* Es un espacio (vacío o no) que separa la cubierta de la placa absorbente. Su espesor se calculará teniendo en cuenta el fin de equilibrar las pérdidas por convección y las altas temperaturas que se pueden producir si es demasiado estrecho.
- *Placa absorbente:* La placa absorbente es el elemento que absorbe la energía solar y la transmite al líquido que circula por las tuberías. La principal característica de la placa es que debe tener una gran absorción solar y una emisión térmica reducida. Como los materiales comunes no cumplen con este requisito, se utilizan materiales combinados para obtener la mejor relación absorción / emisión.
- *Tubos o conductos:* Los tubos están tocando (a veces soldadas) la placa absorbente para que el intercambio de energía sea lo más grande posible. Por estos tubos circula el líquido que se calentará e irá hacia el tanque de acumulación.
- *Capa aislante:* La finalidad de la capa aislante es recubrir el sistema para evitar y minimizar pérdidas. Para que el aislamiento sea lo mejor posible, el material aislante deberá tener una baja conductividad térmica.

2. Circuitos primario y secundario

El circuito primario de una instalación de energía solar térmica es circuito cerrado; que se encarga de transportar el calor desde el captador hasta el acumulador (sistema que almacena calor). El líquido calentado (agua o una mezcla de sustancias que puedan transportar el calor) lleva el calor hasta el acumulador. Una vez enfriado, retorna al colector para volver a calentarse, y así sucesivamente.

En el circuito secundario o de consumo, considerado un circuito abierto, entra agua fría de suministro y por el otro extremo el agua calentada se consume (ducha, lavabo, ...). El agua fría pasa por el acumulador primeramente, donde calienta el agua caliente hasta llegar a una cierta temperatura. Las tuberías de agua caliente del exterior, deben estar cubiertas por aislantes.

3. Intercambiador de calor

El intercambiador de calor calienta el agua de consumo a través del calor captado de la radiación solar. Se sitúa en el circuito primario, en su extremo. Tiene forma de serpentín, ya que así, se consigue aumentar la superficie de contacto y por tanto, la eficiencia.

El agua que entra en el acumulador, siempre que esté más fría que el serpentín, se calentará. Esta agua, calentada en horas de Sol, quedará disponible para el consumo posterior.

4. Acumulador, bombas

El acumulador es un depósito donde se acumula el agua calentada útil para el consumo. Tiene una entrada para el agua fría y una salida para el agua caliente. La fría entra por debajo del acumulador donde se encuentra con el intercambiador, a medida que se calienta se desplaza hacia arriba, que es desde donde saldrá el agua caliente para el consumo.

Internamente dispone de un sistema para evitar el efecto corrosivo del agua caliente almacenada sobre los materiales. Por fuera tiene una capa de material aislante que evita pérdidas de calor y está cubierto por un material que protege el aislamiento de posibles humedades y golpes.

Las bombas hidráulicas, en caso de que la instalación sea de circulación forzada, son de tipo recirculación (suele haber dos por circuito). Una bomba trabaja la mitad del día, y la pareja, el tiempo restante. Este tipo de bombas son diferentes a las utilizadas en un sistema híbrido de energía solar y energía hidráulica.

5. Vaso de expansión

El vaso de expansión absorbe variaciones de volumen del fluido caloportador, el cual circula por los conductos del captador, manteniendo la presión adecuada y evitando pérdidas de la masa del fluido. Es un recipiente con una cámara de gas separada de la de líquidos y con una presión inicial que va en función de la altura de la instalación.

Lo que más se utiliza es con vaso de expansión cerrado con membrana, sin transferencia de masa en el exterior del circuito.

6. Tuberías

Las tuberías de la instalación se encuentran recubiertas de un aislante térmico para minimizar la pérdida termodinámica con el entorno.

7. Panel de control principal.

Se dispone también de un panel de control principal en la instalación solar térmica, donde se muestran las temperaturas en cada instante (un regulador térmico), de modo que pueda controlarse el funcionamiento del sistema en cualquier momento. Aparecen también los relojes encargados del intercambio de bombas.



Ilustración 4: Colector solar

5. RADIACIÓN SOLAR EN ARGENTINA

Argentina tiene un gran potencial para el desarrollo de la energía solar. Las regiones andinas y subandinas, desde Jujuy hasta Neuquén, poseen un gran potencial para el desarrollo de esta fuente de energía.

En San Juan se encuentra la planta solar fotovoltaica de Ullúm, la cual genera cerca de 38 mil MWh al año. Por otro lado, la Puna y la Quebrada de Humahuaca también presentan niveles significativos de radiación. Actualmente se están realizando estudios para desarrollar un parque solar en la zona de Hornaditas, con un potencial aproximado de 24 mil MWh al año.

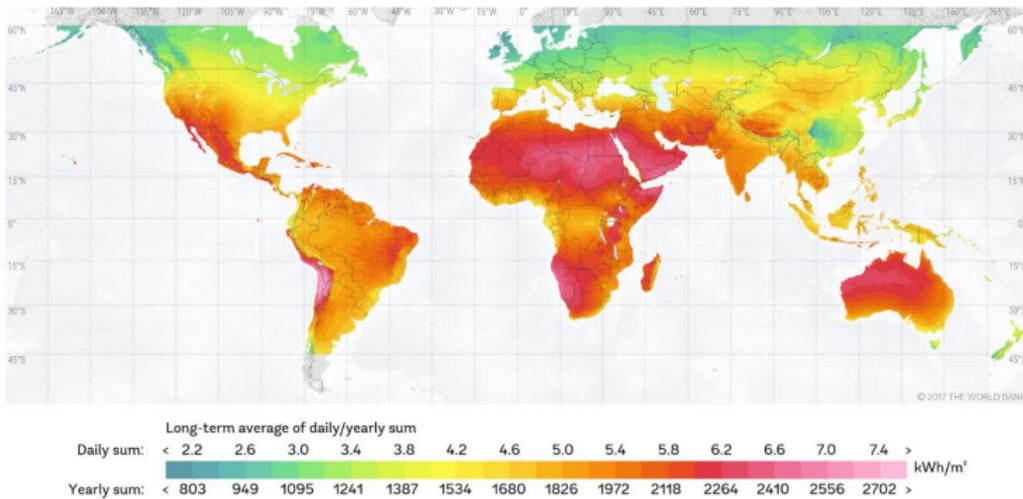


Ilustración 5: Mapa de Radiación Solar en el mundo.

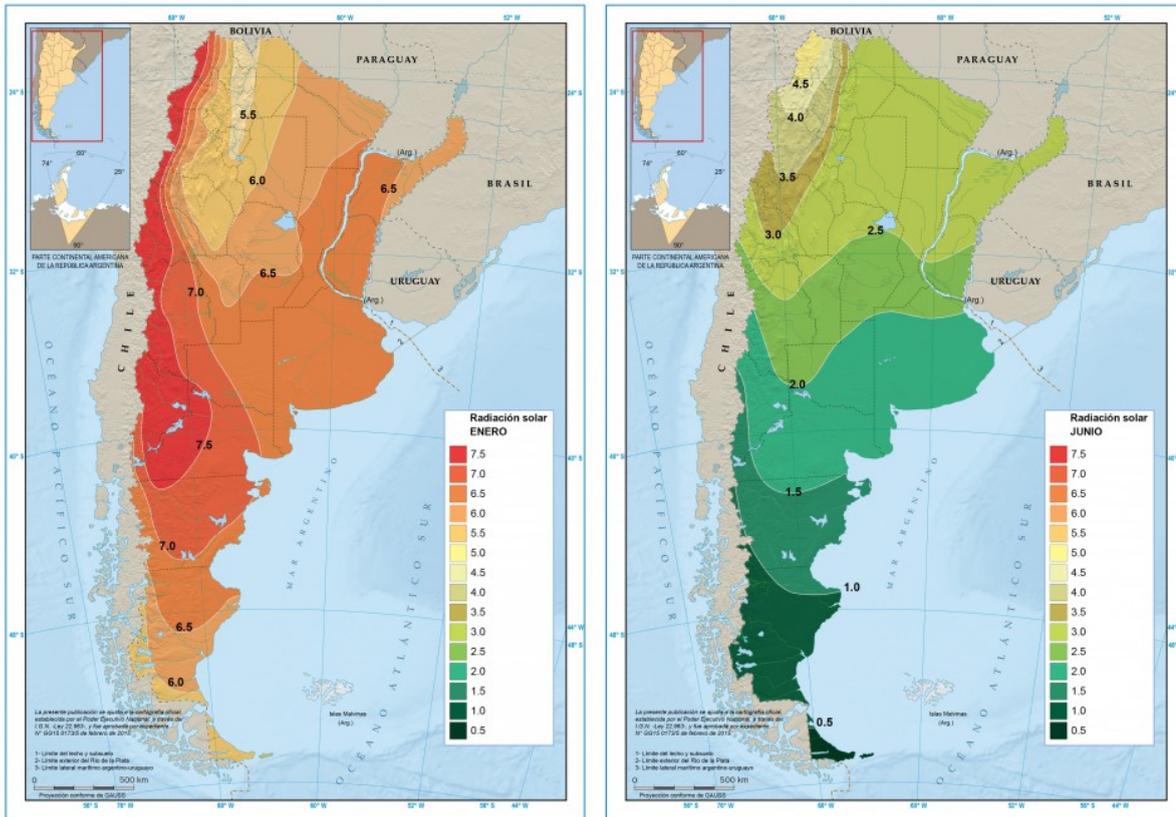


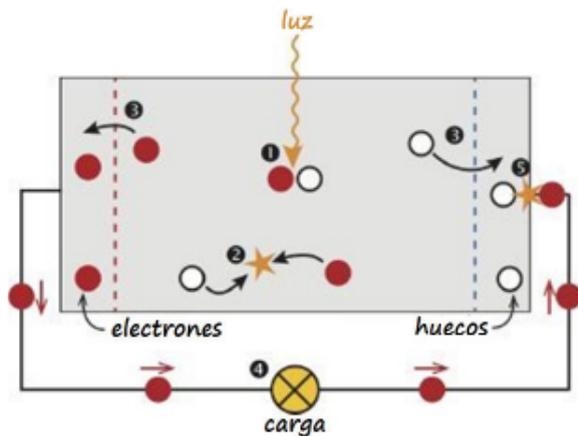
Ilustración 6: Mapa de Radiación solar en Argentina

6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CELDA SOLAR FOTOVOLTAICA

El proceso de conversión de energía solar en electricidad se basa en el efecto fotovoltaico, que se produce cuando la luz solar incide sobre las células solares presentes en el panel.

Cuando la luz solar incide sobre una célula solar, los fotones de la luz excitan los electrones en la célula y los liberan de sus átomos. Estos electrones libres se mueven a través del material de la célula y generan una corriente eléctrica.

Los paneles solares suelen estar hechos de silicio, un material semiconductor que permite la generación de electricidad cuando se expone a la luz solar. El silicio se dopa con impurezas para crear una capa p-n, que actúa como una unión de diodo y permite que los electrones fluyan en una sola dirección.



1. Absorción del fotón que permite la generación del par electrón-hueco.
2. Normalmente el par electrón-hueco se recombina sin que se genere energía eléctrica.
3. Con membranas semipermeables, los electrones y los huecos son separados.
4. Los electrones recolectados son utilizados para que circulen en un circuito eléctrico.
5. Luego de que los electrones han atravesado el circuito, se recombinan con los huecos.

Ilustración 7: Proceso de generación de energía eléctrica en célula fotovoltaica

Los paneles solares suelen estar conectados en serie para aumentar la tensión y en paralelo para aumentar la corriente. La energía eléctrica generada por los paneles solares se almacena en baterías o se utiliza directamente para alimentar dispositivos eléctricos.

Es importante destacar que la eficiencia puede verse afectada por factores como la inclinación y orientación del panel, la intensidad de la luz solar y las condiciones climáticas.

Las células fotovoltaicas generan corriente continua, por lo que es necesario un inversor que convierta la energía en corriente alterna para poder utilizarla. La electricidad extra puede ser enviada a la RED o en algunos casos se puede almacenar en baterías.

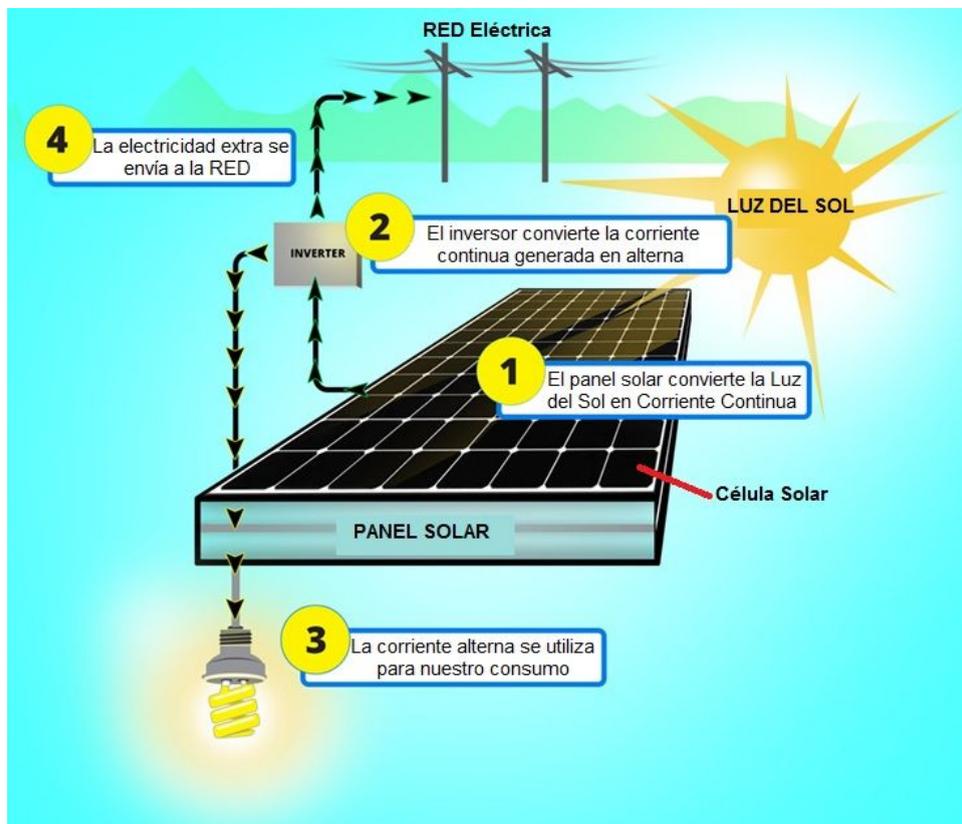


Ilustración 8: Representación de sistema solar fotovoltaico

7. TRANSICIONES ENERGÉTICAS Y COMPLEMENTARIEDAD

Nuestro país basa un poco más de la mitad de su matriz primaria en el gas (54 %), el combustible fósil que menos CO2 emite. Por esto mismo es considerado el combustible puente en las transiciones energéticas hacia matrices basadas en energías renovables. Esto permite a la Argentina tener una matriz energética que emite menos CO2 que muchos países desarrollados, en los que el carbón, el combustible fósil más contaminante, tiene un papel más importante en la generación de energía.

El análisis de la matriz energética primaria, independientemente de si se trata de la de nuestro país o la mundial nos permite sacar varias conclusiones generales, entre las cuales se destaca el hecho de que la oferta de energía se basa en la actualidad en un aporte principalmente de fuentes no renovables (carbón, petróleo, gas natural y nuclear). A nivel global este porcentaje ronda el 86 % de la matriz primaria y en la Argentina este valor es del 89 % aproximadamente. Es decir, el 14 % de la energía primaria a nivel global proviene de fuentes renovables y en el caso de nuestro país este porcentaje es del 11 %.

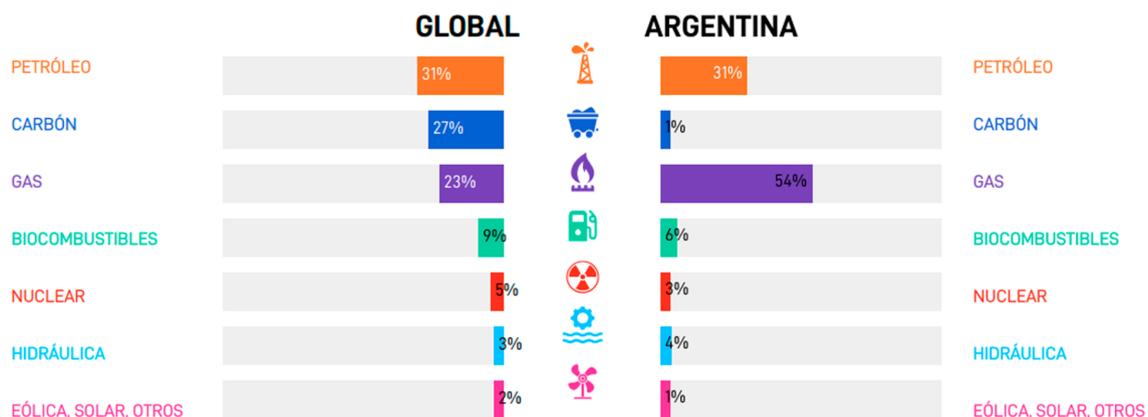


Ilustración 9: Matriz energética primaria. a) A nivel global. Fuente: IEA (2020). World energy balances 2020 año 2018. b) Argentina año 2019. Fuente: Sec. de Energía (2020). Balance energético nacional.

Si la energía primaria no es utilizada directamente, debe ser transformada en una fuente de energía secundaria (electricidad, calor, etc.) para ser consumida. En este sentido, la matriz eléctrica, que pertenece a las energías secundarias, es el mix de generación eléctrica a partir de las fuentes primarias. A nivel global, el 11,4 % de la energía eléctrica proviene de fuentes renovables.

GLOBAL
2020



ARGENTINA
2020

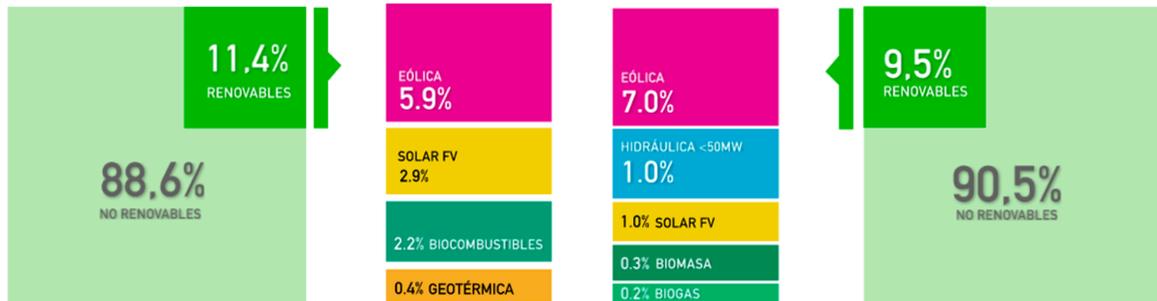


Ilustración 10: Matriz energética secundaria. a) A nivel global. b) A nivel nacional

En nuestro país, según datos de CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.), en 2020 el 9,5 % de la energía eléctrica provino de fuentes renovables. La Argentina considera renovables pequeños aprovechamientos hidráulicos de hasta 50 MW de potencia. Sin embargo, el criterio global incluye dentro de las renovables las obras hidráulicas de cualquier envergadura. Teniendo en cuenta esto, la generación renovable a nivel global en 2020 fue del 27,3 %.

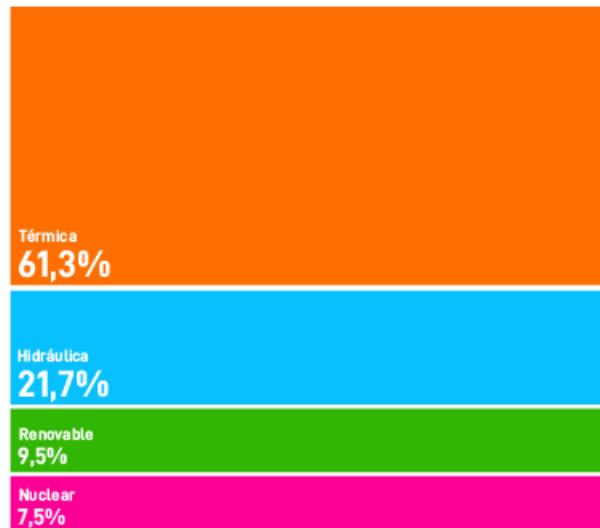


Ilustración 11: Matriz de generación eléctrica argentina. Fuente: CAMMESA (2021). Informe Anual 2020.

Lo que sí es posible, y es una tendencia de los últimos diez años, es el incremento paulatino de las contribuciones de la generación a partir de recursos renovables. Tanto es así que el 75 % de la nueva potencia instalada de generación eléctrica a nivel global en 2019 fue renovable. En el caso de nuestro país, el 97 % de la nueva potencia instalada para el mismo año fue renovable, principalmente solar y eólica, confirmando la tendencia mundial. Esto se explica por la caída del costo de generación que vienen experimentando

estas tecnologías en los últimos diez años, hubo una disminución del 90 % en el costo de generación solar fotovoltaica. En la actualidad las energías solar fotovoltaica y eólica son igual de competitivas que las convencionales (petróleo y gas).

8. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA

El sector industrial es el mayor consumidor de energía y representa más de un tercio de la demanda mundial de energía final. La energía solar se puede aplicar en la industria de varias formas para reducir costos y aumentar la eficiencia energética, lo que puede mejorar la competitividad de la industria y reducir su impacto ambiental. Algunas de las aplicaciones más comunes son:

- ❖ **Generación de electricidad:** Los paneles solares se instalan en las azoteas o en terrenos cercanos a la industria y convierten la energía solar en electricidad que se puede utilizar en las operaciones de la fábrica o se puede vender a la red eléctrica.

- ❖ **Calentamiento de agua:** Los colectores solares térmicos se utilizan para capturar la energía solar y calentar el agua que se utiliza en procesos industriales como lavado de equipos o limpieza.

- ❖ **Iluminación:** La iluminación en la industria puede representar un gran consumo energético. Los sistemas de iluminación solar se pueden instalar en la azotea de la industria para proporcionar iluminación natural durante el día y reducir el consumo de energía eléctrica.

- ❖ **Climatización:** Los sistemas de aire acondicionado solar utilizan la energía solar para refrigerar el aire y reducir el consumo de energía eléctrica.

Algunos ejemplos de industrias donde se está desarrollando el uso de la energía solar son:

- **Industria manufacturera:** La empresa automotriz Toyota ha instalado paneles solares en varias de sus plantas de producción en todo el mundo para generar electricidad y reducir su consumo de energía de la red eléctrica. Otras empresas en la industria manufacturera, como LG Electronics, también han implementado sistemas de energía solar en sus instalaciones.

- **Industria alimentaria:** La empresa chocolatera Mars ha instalado paneles solares en su fábrica en Nevada, EE.UU., para generar una parte significativa de su energía eléctrica. La empresa de bebidas Coca-Cola también ha utilizado la energía solar en sus instalaciones, incluyendo una planta en Francia que utiliza paneles solares para calentar agua para sus procesos de producción.

- **Industria agrícola:** Las empresas agrícolas y de invernaderos utilizan sistemas de energía solar para proporcionar energía a sus operaciones, incluyendo la iluminación de invernaderos y el bombeo de agua para riego. Por ejemplo, la empresa española Biosar Energy ha instalado sistemas de energía solar en varios invernaderos en todo el mundo.

- **Industria minera:** La minera chilena Collahuasi ha instalado una planta de energía solar de 27 MW para proporcionar energía a sus operaciones mineras en el norte

de Chile. Otras empresas mineras, como Rio Tinto y BHP Billiton, también han utilizado sistemas de energía solar.

→ Industria de la construcción: La empresa de materiales de construcción Saint-Gobain ha instalado paneles solares en varias de sus instalaciones en todo el mundo para generar electricidad y reducir su consumo de energía de la red eléctrica.

9. ASPECTOS PRODUCTIVOS

VENTAJAS

El uso de la energía solar en la industria puede ofrecer una serie de beneficios productivos, incluyendo las siguientes ventajas:

1. Reducción de los costos de energía: La energía solar es una fuente de energía gratuita y renovable, es decir que, una vez instalados los paneles solares podríamos decir que la electricidad generada es gratuita. Esto puede reducir significativamente los costos para las empresas y aumentar su rentabilidad.
2. Mayor autonomía energética: Al producir su propia energía a través de paneles solares, las empresas pueden reducir su dependencia de la red eléctrica y aumentar su estabilidad energética. Esto es especialmente importante para empresas que operan en áreas remotas o que tienen una demanda energética constante.
3. Mejora de la eficiencia energética: Al utilizar sistemas de energía solar, las empresas pueden mejorar su eficiencia energética al reducir la cantidad de energía que necesitan de la red eléctrica. Como se dijo previamente, esto puede reducir los costos de energía y mejorar la rentabilidad a largo plazo.
4. Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero: Al ser una fuente de energía limpia y renovable que no produce emisiones de gases de efecto invernadero, la utilización de sistemas de energía solar permite a las empresas reducir su impacto ambiental y cumplir con las regulaciones ambientales.
5. Fortalecimiento de la marca: La adopción de tecnologías limpias y renovables, como la energía solar, puede fortalecer la imagen y reputación de una empresa como un actor responsable y sostenible en el mercado.

DESVENTAJAS

A pesar de sus grandes beneficios, la energía solar también tiene ciertas desventajas, como cualquier fuente de energía. Algunas de ellas son las siguientes:

1. Variabilidad: La energía solar no es uniforme ni constante, existen factores como el clima, la hora del día y la época del año que afectan la cantidad de energía solar disponible. También hay lugares en los que la radiación solar es baja, de modo que su uso no permite una obtención uniforme de energía y no resulta una opción viable.

2. Impacto negativo en el medio ambiente: Si bien la energía solar en sí misma no es contaminante, la fabricación de los equipos energéticos genera gases que incrementan el efecto invernadero, además de producir otras sustancias tóxicas.
3. Costo inicial: A pesar de que la obtención de la energía es muy económica, los costos de instalación de una planta solar siguen siendo bastante elevados, dada la cantidad de tecnología requerida y su nivel de avance.
4. Emplazamiento: Se necesitan grandes superficies para obtener altos rendimientos energéticos solares, y eso en muchos casos es difícil de conseguir. Las zonas desérticas suelen recibir mucho sol y tener grandes planicies disponibles, pero a la vez están muy apartadas de cualquier poblado humano.

10. ANÁLISIS DE CONTEXTO

CONTEXTO MUNDIAL

En la última década, la energía solar ha experimentado un crecimiento exponencial en todo el mundo y se ha convertido en una de las fuentes de energía renovable más importantes y prometedoras en términos de su aplicación en la industria. En cuanto al contexto económico mundial, hay varios factores que influyen en la adopción de la energía solar en la industria, como los siguientes:

- Reducción de los costos de los paneles solares: Dicho costo ha disminuido significativamente en los últimos años, lo que ha permitido que la energía solar sea cada vez más competitiva en comparación con las fuentes de energía convencionales.
- Incentivos y políticas gubernamentales: Muchos gobiernos en todo el mundo están ofreciendo incentivos y políticas para fomentar la adopción de la energía solar, como subsidios y programas de incentivos fiscales. Esto ha permitido reducir el costo de la energía solar y ha incentivado a las empresas a adoptarla.
- Compromisos de sostenibilidad: Cada vez más empresas y consumidores están preocupados por el impacto ambiental de sus actividades, y la adopción de fuentes de energía renovable, como la energía solar, se ha convertido en una forma importante de cumplir con estos compromisos de sostenibilidad.
- Mejoras en la tecnología: La tecnología de los paneles solares ha mejorado significativamente en los últimos años, lo que ha aumentado su eficiencia y fiabilidad, haciendo de la energía solar una opción cada vez más atractiva para las empresas.

Por otro lado, esta industria puede generar importantes beneficios económicos para las empresas, incluyendo la creación de empleo y la reducción de los costos de energía.

Algunos datos importantes sobre el contexto mundial de la energía solar son:

- **Crecimiento del mercado:** Según un informe de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) de 2020, el mercado mundial de energía solar creció un 13% en 2019, alcanzando un valor de más de \$120 mil millones de dólares.

- **Costo de la energía solar:** El costo de la energía solar ha disminuido significativamente en los últimos años. Según un informe de la Agencia Internacional de Energía de 2020, los costos de la energía solar a nivel mundial han disminuido en un 82% desde 2010.

- **Crecimiento de la capacidad instalada:** Según el informe "Tendencias de las energías renovables 2021" de la Agencia Internacional de Energía, la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica (PV) en todo el mundo aumentó en un 18% en 2020, a pesar de la pandemia de COVID-19.

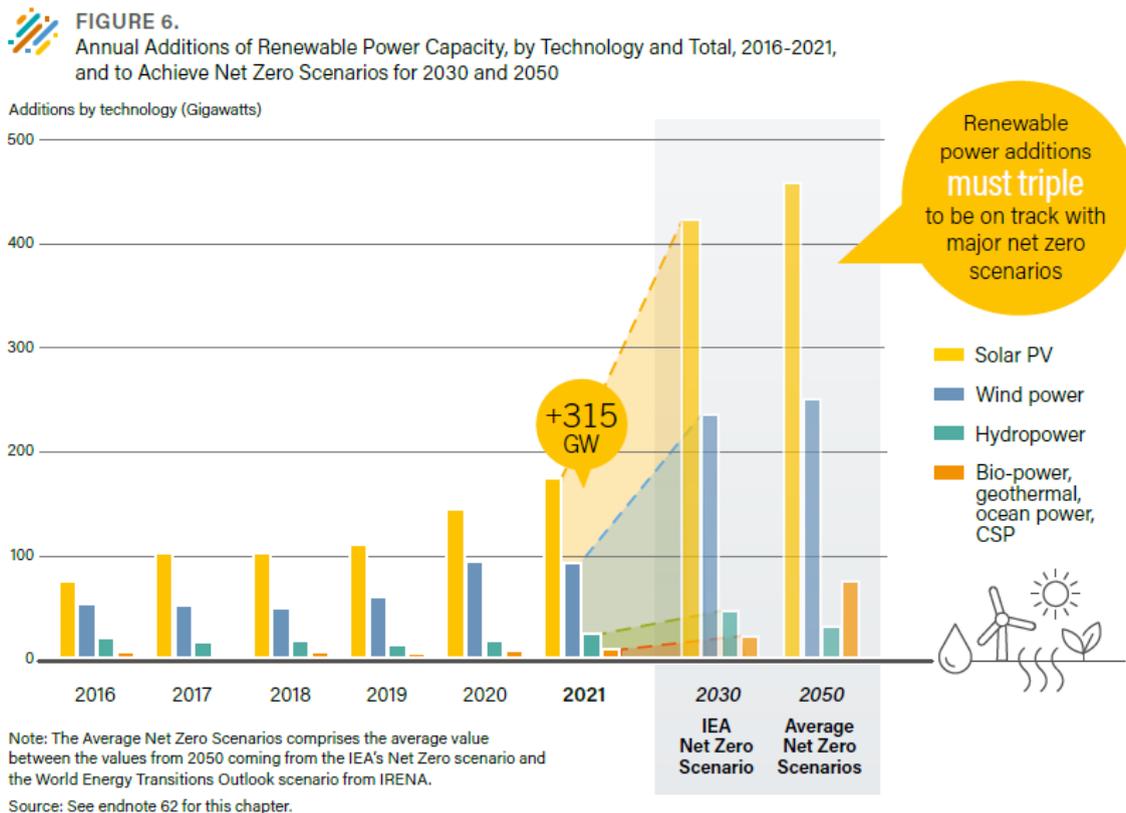


Ilustración 12: Crecimiento anual de capacidad de energía renovable 2016-2021

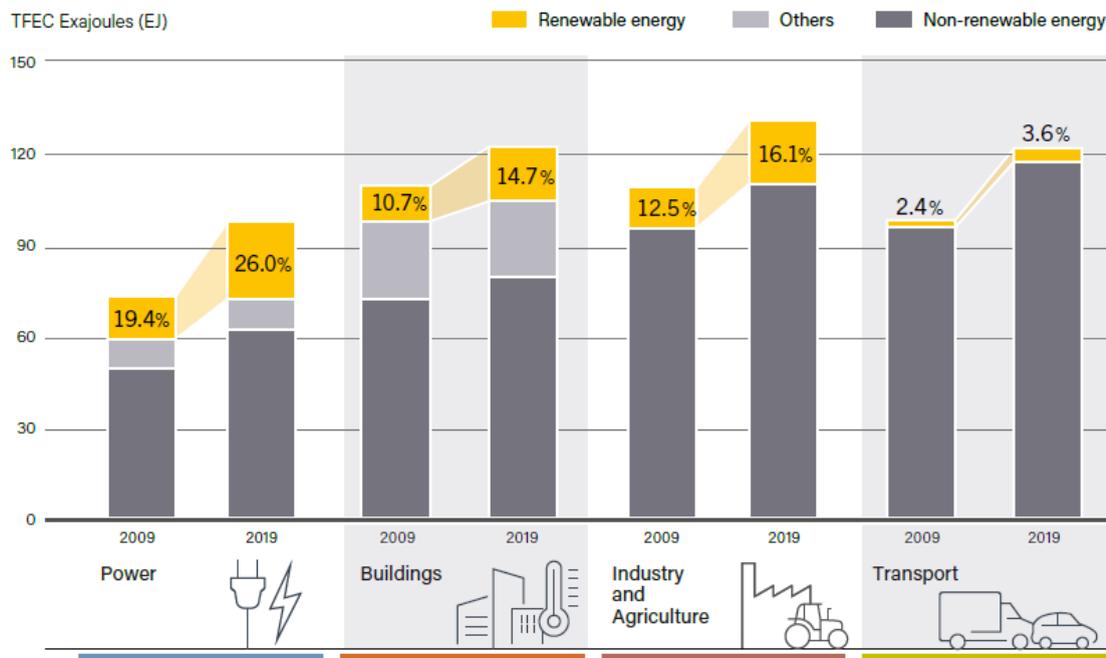
- **Inversión en energía solar:** Según el informe "Global Trends in Renewable Energy Investment 2021" de la ONU, la inversión global en energía solar aumentó en un 12% en 2020, alcanzando un récord de \$148.6 mil millones de dólares.

- **Países líderes en energía solar:** Según el informe "Tendencias de las energías renovables 2021" de la Agencia Internacional de Energía, **China** es el líder mundial en términos de capacidad instalada de energía solar, seguido por **Estados Unidos, Japón, Alemania e India.**

- **Beneficios económicos de la energía solar:** Según un informe de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la energía solar puede generar importantes beneficios económicos, incluyendo la creación de empleo, la reducción de los costos de energía y la generación de ingresos a través de la venta de energía excedente.

A pesar del gran potencial para satisfacer la demanda de energía industrial con energías renovables (especialmente para el calor de proceso de baja temperatura), hasta el momento se ha avanzado poco en el cambio del sector a las energías renovables.

La participación de las energías renovables en la industria aumentó sólo 3,6 puntos porcentuales entre 2011 y 2019, hasta alcanzar el 16,1%. Mientras tanto, el uso de energía en el sector creció 1% anual en promedio durante 2010-2019.



Source: Based on IEA data. See endnote 57 for this chapter.

Ilustración 13: Evolución del crecimiento de energía renovable en consumo final de energía a nivel mundial.

El sector industrial sigue siendo estructuralmente dependiente de los combustibles fósiles. Las industrias dependen de estos combustibles para su uso como materia prima y para producir energía, así como para calentar y alimentar los procesos industriales y la infraestructura. Principalmente los subsidios a los combustibles fósiles y el riesgo de activos varados en todo el sector limitan el desarrollo de las energías renovables.

RENEWABLES IN INDUSTRY AND AGRICULTURE

Energy demand for industry and agriculture accounts for 31% of total final energy consumption

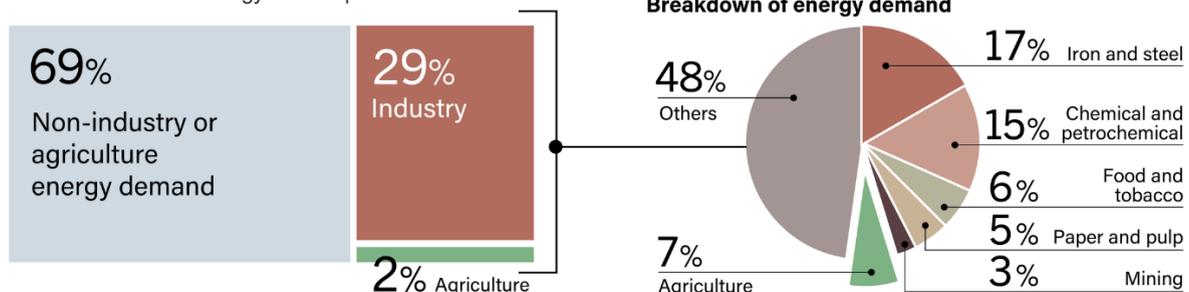


Ilustración 14: Demanda de energía en los distintos sectores de la industria a nivel mundial en 2021.

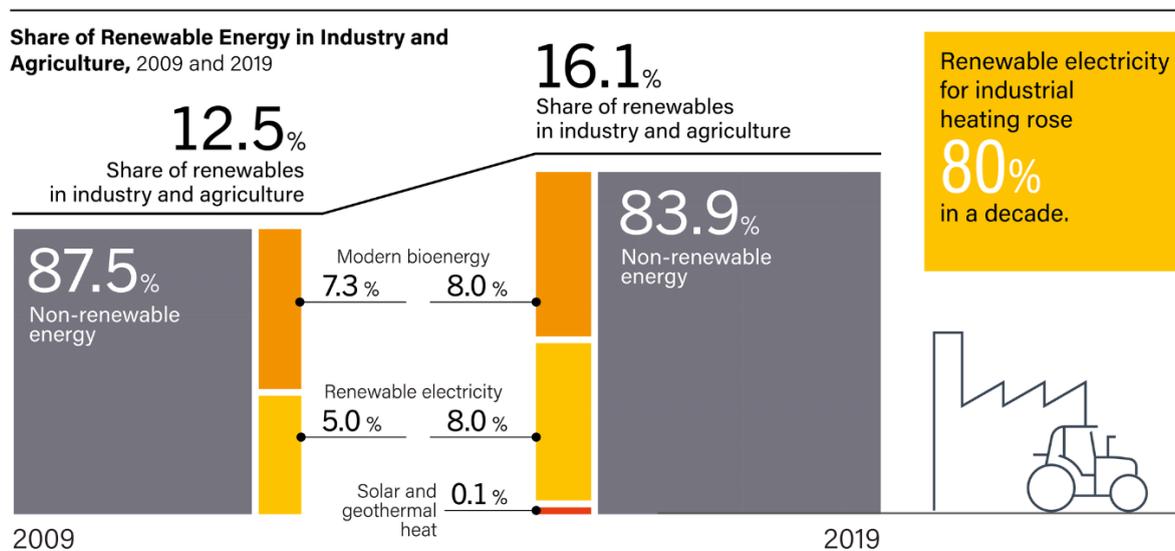


Ilustración 15: crecimiento de energía renovable en la Industria y Agricultura 2009-2019.

Solo en el sector siderúrgico, la sustitución de los altos hornos de carbón por hornos de arco eléctrico representa unos 70.000 millones de USD en activos bloqueados. Los altos costos del calor de proceso de alta temperatura presentan un desafío para la descarbonización de algunos sectores difíciles de reducir.

La descarbonización ha estimulado el interés de los gobiernos por las energías renovables en el sector industrial. Las hojas de ruta y las políticas son esenciales para impulsar la reducción de emisiones a través de la fijación de precios del carbono, la eficiencia energética y las políticas de energía renovable.

Varios países y gobiernos municipales han desarrollado clústeres industriales para descarbonizar el sector, reducir las emisiones y los costos de energía. China ha creado 52 clústeres industriales bajos en carbono desde 2013 y, a principios de 2022, cuatro sitios de clústeres en Australia, España y el Reino Unido se unieron a la iniciativa Transitioning Industrial Clusters to Net Zero.

El interés por las energías renovables está repuntando en la agricultura. La capacidad global instalada de agrovoltaicos, el uso compartido de tierras agrícolas y energía solar fotovoltaica, alcanzó más de 14 GW a mediados de 2022. Varios países han aprobado políticas dirigidas específicamente a aumentar la participación de las energías renovables en el sector.

CONTEXTO NACIONAL

En Argentina, el contexto económico de la energía solar aplicada está en constante evolución y crecimiento. A pesar de que la inversión en energías renovables se ha reducido en los últimos años, el país sigue teniendo un gran potencial para la energía solar debido a su posición geográfica favorable y a la gran cantidad de días de sol que recibe.

Algunas de las iniciativas del gobierno argentino para fomentar el uso de energía solar en el país incluyen el programa "RenovAr", que tiene como objetivo aumentar la capacidad de energía renovable instalada en el país, y el Plan Nacional de Energía Renovable, que busca reducir la dependencia del país en los combustibles fósiles y aumentar la participación de la energía renovable en la matriz energética del país.

En cuanto a la inversión en energía solar, la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional (AAICI) ha destacado el potencial de inversión en energías renovables en el país, incluyendo la energía solar. Además, se han llevado a cabo licitaciones para la construcción de parques solares y se espera que en el futuro se realicen más licitaciones para la construcción de proyectos de energía solar.

En cuanto a los costos de la energía solar en Argentina, según el informe "Energía Solar Fotovoltaica en Argentina 2020" de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), los costos de la energía solar fotovoltaica en Argentina han disminuido significativamente en los últimos años, aunque todavía son relativamente altos en comparación con otros países de la región.

En conclusión, el contexto económico de la energía solar aplicada en Argentina está en constante evolución y crecimiento, con iniciativas del gobierno para fomentar su uso y potencial de inversión en el sector de energías renovables, incluyendo la energía solar. Los costos de la energía solar en el país han disminuido en los últimos años, aunque todavía hay margen para mejorar en este aspecto y así poder hacer de esta energía una aún más rentable.

A partir de estadísticas y datos económicos relevantes sobre la aplicación de la energía solar en la industria en Argentina podemos remarcar lo siguiente:

- Crecimiento del mercado: Según el informe "Energía Solar Fotovoltaica en Argentina 2020" de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), el mercado de energía solar fotovoltaica en Argentina ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, con una tasa de crecimiento anual del 240% entre 2016 y 2019.
- Costo de la energía solar: Según un informe de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina, los costos de la energía solar fotovoltaica en Argentina han disminuido en un 70% desde 2014.
- Crecimiento de la capacidad instalada: Según el informe "Tendencias de las energías renovables 2021" de la Agencia Internacional de Energía, la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en Argentina ha aumentado en un 184% en 2020, alcanzando una capacidad total de 1.295 MW.
- Inversión en energía solar: Según un informe de la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional (AAICI), la inversión en energía solar en Argentina aumentó en un 70% en 2020, con un total de 342 millones de dólares invertidos en proyectos de energía solar en el país.
- Beneficios económicos de la energía solar: Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la energía solar puede generar importantes

beneficios económicos en Argentina, incluyendo la creación de empleo, la reducción de los costos de energía y la diversificación de la matriz energética del país.

Tanto a nivel nacional como en la provincia de Mendoza, distintos tipos de industrias como la vitivinícola están comenzando a apostar por este tipo de energía. Es importante destacar que la adopción de energía solar en las empresas está en crecimiento y es probable que haya más empresas que implementen esta tecnología en el futuro. Algunos casos son:

- Empresa Godoy Cruz y Bodegas Bianchi: Estas empresas vitivinícolas ubicadas en la provincia de Mendoza han implementado paneles solares en su planta para generar energía limpia y reducir su dependencia de la red eléctrica convencional. Utilizan energía solar para alimentar equipos de refrigeración, sistemas de bombeo y sistemas de iluminación.
- Empresa Vientos del Secano: Esta empresa agroindustrial ubicada en el departamento de San Martín, Mendoza, ha implementado un sistema de paneles solares en sus instalaciones. Utilizan energía solar para alimentar sistemas de riego, equipos de ventilación y otros procesos agrícolas.
- Proyecto Solar Eiffel: Es un proyecto liderado por la Universidad Nacional de Cuyo en Mendoza. Consiste en la instalación de paneles solares en el techo del Edificio Eiffel de la universidad, con el objetivo de generar energía renovable para el consumo interno del edificio, así como para investigaciones y desarrollo académico en el campo de la energía solar.

11. PRINCIPALES PAÍSES DESARROLLADORES

Alrededor del mundo, son varios los países que utilizan y desarrollan este tipo de energía. Además de aplicarla para la generación de electricidad para la industria y actividades similares, varios se han propuesto investigar para volverla cada vez más eficiente. Entre los que más la utilizan podemos encontrar:

1. China: La industria manufacturera es la que más utiliza energía solar en China, seguida por la industria de la construcción y la industria de la energía. Según la Asociación de Industrias de Energía Solar de China, el país instaló 48,2 GW de capacidad de energía solar en 2020, lo que representa el 31% del total mundial.
2. Estados Unidos: las principales industrias que utilizan energía solar son la industria de la construcción, la industria alimentaria y la industria química. Según la Asociación de Industrias de Energía Solar de Estados Unidos, en 2020 se instalaron 19,2 GW de capacidad de energía solar, lo que representa el 10% de la capacidad total instalada de energía eléctrica en el país.
3. Alemania: La industria de la construcción es la que más utiliza energía solar en este país, seguida por la industria manufacturera y la industria de la energía. Según la Agencia Internacional de Energía Renovable, Alemania instaló 4,9 GW de capacidad de energía solar en 2020, lo que representa el 2% del total mundial.

4. Japón: La industria manufacturera es la que más utiliza energía solar en Japón, seguida por la industria de la construcción y la industria de la energía. Según el Instituto de Energía de Japón, en 2020 se instalaron 4,9 GW de capacidad de energía solar, lo que representa el 3% del total mundial.
5. Italia: La industria manufacturera es la que más utiliza energía solar en Italia, seguida por la industria de la construcción y la industria de la energía. Según la Agencia Internacional de Energía Renovable, Italia instaló 0,6 GW de capacidad de energía solar en 2020, lo que representa el 0.4% del total mundial.

Es importante destacar que la industria puede variar de un país a otro, y que estos datos son solo una referencia general. Además, estos datos pueden variar año a año según la situación económica y política de cada país.

12. GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍAS RENOVABLES

Una de las medidas más importantes del país para fomentar las inversiones industriales en la instalación de sistemas fotovoltaicos es el Régimen de Generación Distribuida, este es la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables que es producida por los usuarios de la red de distribución en el mismo punto donde se encuentra la demanda. Es decir, que es el uso de fuentes renovables para autoconsumo y eventual inyección de excedentes en hogares, edificios, industrias y PyMES.

Este régimen trae beneficios económicos, energéticos, medioambientales y sociales. Algunos de ellos son:

Económicos:

- Ahorro económico para el usuario.
- Ahorro económico para el sistema en su conjunto.
- Ahorro para el Estado Nacional.

Energéticos

- Eficiencia energética mediante autoconsumo.
- Reducción de demanda sobre el sistema.
- Reducción de pérdidas en transporte y distribución.
- Estabilidad de red y mejora en calidad de energía.

Medio Ambiente y Sociedad

- Reducción de emisiones de GEI.
- Generación de empleo calificado

La instalación de los equipos está a cargo del usuario interesado y deberá ser realizada por un Instalador Calificado autorizado. Estos pueden ser paneles solares, pequeños aerogeneradores u otras tecnologías para generar energía eléctrica destinada al autoconsumo e inyectar los excedentes, recibiendo una compensación por esa energía que aprovecharán otros usuarios.

Para habilitar cada equipo, se debe cumplir con los requisitos de seguridad y calidad que establece la normativa. El instalador calificado o proveedor de equipos puede demostrar que cumplen con las normas mediante la certificación de calidad del equipo (paneles fotovoltaicos e inversores).

MARCO NORMATIVO. LEY NACIONAL N°27.424

La ley tiene por objeto fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red, y establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias.”

Declara de interés nacional la generación distribuida de energía eléctrica a partir de fuentes renovables con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución.

Sus objetivos son:

- Reducción de pérdidas en el sistema interconectado
- Reducción de costos para el sistema eléctrico en su conjunto
- Protección ambiental y de los derechos de los usuarios.

La Secretaría de Gobierno de Energía ha sido designada como Autoridad de Aplicación del Régimen y facultada para el dictado de normas aclaratorias y complementarias, dentro de las que se incluyen: el establecimiento de las normas técnicas y administrativas necesarias para la aprobación de proyectos de generación distribuida, así como las normas y lineamientos para el procedimiento de conexión de Equipos de Generación Distribuida.

Esta Secretaría establece los criterios para la certificación de Equipos de Generación Distribuida a través de normas IRAM o similares, como así también los lineamientos generales del Contrato de Generación Eléctrica bajo Modalidad Distribuida que vinculan al Usuario-Generador y el Distribuidor, junto con los mecanismos y condiciones para la Cesión de Créditos producto de la inyección de energía, la cual será entre usuarios de un mismo Distribuidor.

Se determinaron distintas categorías de Usuarios-Generadores, y los requisitos y procedimientos por el cual el usuario y el Distribuidor deberán cumplir para gestionar la autorización de conexión y obtener el Certificado de Usuario-Generador. Estas categorías son:

- UGpe: Equipo de GD hasta 3 kW, en baja tensión.
- UGme: Equipo de GD > 3 kW y hasta 300 kW, en baja y media tensión.
- UGma: Equipo de GD > 300 kW y hasta 2 MW, en baja y media tensión.

Para que la implementación del Régimen preserve el adecuado funcionamiento del sistema interconectado nacional, la seguridad de las personas y las instalaciones de los

usuarios, es importante establecer los criterios técnicos y de certificación que deberán cumplir los Equipos de Generación Distribuida para los cuales se admitirá su conexión a la red de distribución.

Por otro lado, se lleva registro del Régimen y se realizan todos los trámites a través de la Plataforma Digital de Acceso Público, que da una conexión ágil y sencilla para realizar el Procedimiento de autorización de conexión de UG. La Plataforma incluye:

- Inscripción de Distribuidores e Instaladores: todos los actores vinculados en el mismo trámite.
- Requisitos técnicos para la conexión: protecciones eléctricas, unifilar de conexión, certificación de componentes.
- RENER: Registro Nacional de Usuarios-Generadores de Energías Renovables.
- Actualización de normativa

De esta manera, los Actores involucrados Generación Distribuida son: el usuario que solicita la autorización para conectar un equipo, el distribuidor que reserva cupo de potencia, verifica el equipo instalado y realiza el cambio del Medidor Bidireccional, el instalador calificado que declara los equipos y la autoridad de aplicación que emite un Certificado de Usuario-Generador. Todos los actores se vinculan a través de la Plataforma Digital de Acceso Público.

PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN DE USUARIO GENERADOR

El trámite que deberá gestionar el usuario, para obtener el Certificado de Usuario-Generador, se realiza mediante la Plataforma Digital de Acceso Público (PDAP), creada para tal fin por la Secretaría de Energía. Para convertirte en Usuario-Generador, el primer paso es consultar con un proveedor de equipos o instalador calificado para obtener asesoramiento sobre las diferentes tecnologías y sus costos. Una vez identificado el equipo que más se ajusta a las necesidades energéticas, se podrá comenzar a realizar el trámite de Usuario-Generador a través de la PDAP.

En primer lugar se debe completar el Formulario 1A, en el que se le solicita una Reserva de Potencia al Distribuidor. Luego de realizar un análisis técnico, la Reserva se puede aceptar o no, en el caso de que sea aprobada tiene un año de duración.

Luego se debe completar el Formulario 1B, con el que se consigue ponerse en contacto con un Instalador Calificado que realice la instalación del Equipo de Generación Distribuida.

Una vez realizada la instalación, el usuario puede solicitar al Distribuidor el cambio de medidor a través del Formulario 2A (Solicitud de Medidor Bidireccional). Si la información reportada se verifica de forma correcta, el Distribuidor aprueba la solicitud y envía al usuario el Formulario 2B. En caso de incumplimiento o errores reportados en el Formulario 2A, el Distribuidor indicará mediante el Formulario 2B que no se aprueba la solicitud. El motivo por el cual no se aprueba una Solicitud, podría ser: Información incompleta o errónea, Incumplimiento de la normativa técnica, Incumplimiento de los requisitos del Instalador Calificado u Otros. En este caso, se le remitirá nuevamente al Usuario el Formulario 2A - Solicitud del Medidor Bidireccional, para efectuar las correcciones pertinentes.

Una vez aprobada la Solicitud de Medidor Bidireccional, la Secretaría de Energía emitirá por medio de la Plataforma Digital de Acceso Público el Formulario 2C “Emisión del Certificado de Usuario-Generador”. El Certificado de Usuario-Generador eximirá del pago de impuesto al valor agregado e impuesto a las ganancias derivadas por la inyección de energía eléctrica distribuida de origen renovable, a todos aquellos usuarios con una potencia contratada menor a 300 kW, en los términos establecidos en la Ley N° 27.424.



Ilustración 16: Procedimiento de conexión de Usuario Generador

BENEFICIOS PROMOCIONALES

Línea de Crédito FODIS para Generación Distribuida

El Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS), creado por la Ley N° 27.424, se conforma como un fideicomiso de administración y financiero que tiene por objeto el otorgamiento de préstamos, incentivos, garantías, aportes de capital y la adquisición de otros instrumentos financieros para la implementación de sistemas de generación distribuida de origen renovable en la Argentina.

Mediante un convenio con el Banco Argentino de Desarrollo (BICE) se utilizarán los fondos del FODIS para el otorgamiento de créditos con tasas preferenciales para la compra de equipamiento de generación distribuida de energía renovable en el marco de la Ley 27.424, orientado principalmente a sectores industriales, PyMES y municipios.

Esta línea cuenta con un subsidio de 18 puntos de tasa en créditos destinados a la compra e instalación de equipos, la misma tiene un tope de \$20.000.000 por solicitante y un plazo de hasta 60 meses para el pago del crédito.

Una vez presentada toda la información por parte del solicitante, la Secretaría de Energía emitirá la correspondiente nota de factibilidad técnica, que será enviada al usuario solicitante y al Banco Argentino de Desarrollo BICE, para avanzar con el análisis crediticio y, en caso de corresponder, aprobar el otorgamiento del crédito para la compra e instalación de equipamiento de Generación Distribuida.

Una vez otorgado el mismo, el solicitante deberá comprobar la instalación y puesta en marcha del equipamiento mediante la presentación del Certificado de Usuario-Generador.

Certificados de Crédito Fiscal (CCF)

Con el objetivo de fomentar el régimen de Generación Distribuida de Energías Renovables, la ley nacional N° 27.424 establece una serie de beneficios promocionales para los usuarios. El primero de ellos es un Certificado de Crédito Fiscal (CCF), el cual se puede solicitar a través de la Plataforma de Trámites a Distancia (TAD).

El Certificado de Crédito Fiscal se otorga en forma de bono electrónico a favor del usuario y se verá reflejado en su cuenta de AFIP, pudiendo ser utilizado para el pago de impuestos nacionales como el impuesto a las ganancias y el impuesto al valor agregado (IVA), entre otros, en el momento que lo desee, durante los 5 años posteriores a la obtención. El monto del Certificado es de \$120.000 por kW instalado, hasta un máximo de \$8.500.000 por instalación.

AVANCES DEL RÉGIMEN

Según los datos de marzo de 2023 hay un total de 218 Distribuidores y Cooperativas inscriptas en 13 provincias del país.

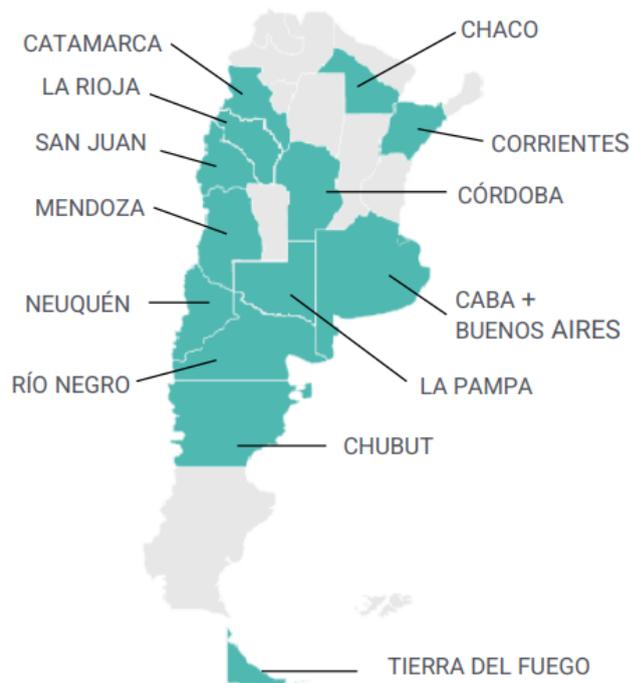


Ilustración 17: Provincias con el Régimen funcionando

	Usuarios-Generadores [Cantidad]	Potencia Usuarios-Generadores [KW]	Tramites en curso [Cantidad]	Potencia Tramites en curso [KW]
CÓRDOBA	619	10.057,7	136	2.819,2
BUENOS AIRES	304	5.252,9	221	5.178,4
CABA	86	1.800,6	39	946,1
SAN JUAN	41	1.716,9	39	833,14
MENDOZA	39	1.110,1	6	242,5
LA PAMPA	27	427,72	19	185,2
RÍO NEGRO	14	258,5	21	211,8
CHUBUT	12	154,7	5	101,6
CHACO	7	155,8	26	234,4
NEUQUÉN	5	109,5	13	232,8
LA RIOJA	4	118,9	17	887
CORRIENTES	5	40,2	5	592
CATAMARCA	4	24,5	4	94,5
TOTAL	1.167	21.228	551	12.558

Ilustración 18: Tabla de Usuarios Generador, Potencia y Trámites por provincia.

Hay un total de 1167 Usuarios Generadores en el país, que generan una potencia de 21228 KW.

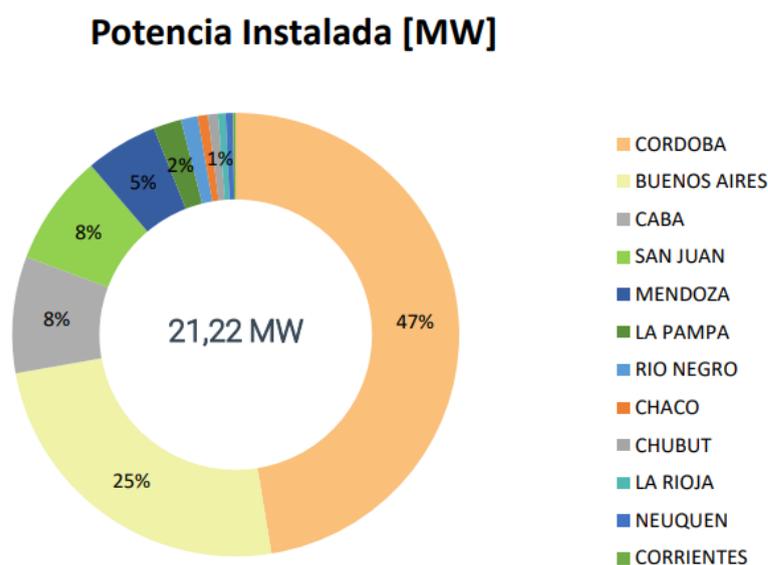


Ilustración 19: Capacidad total instalada por Jurisdicción

Los usuarios se pueden dividir en Residenciales, Comercial/Industrial, Organismos Oficiales y Otros. Un 60% de los usuarios generadores es del tipo residencial y un 35% Comercial / Industrial.

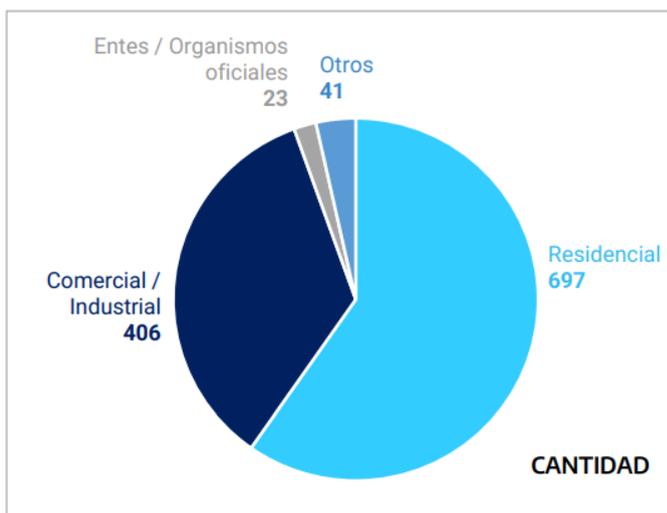


Ilustración 20. Distribución por Cantidad

En cuanto a la potencia generada, un 14% es residencial, mientras que un 68% es comercial/ industrial y un 15% es de Organismos Oficiales.

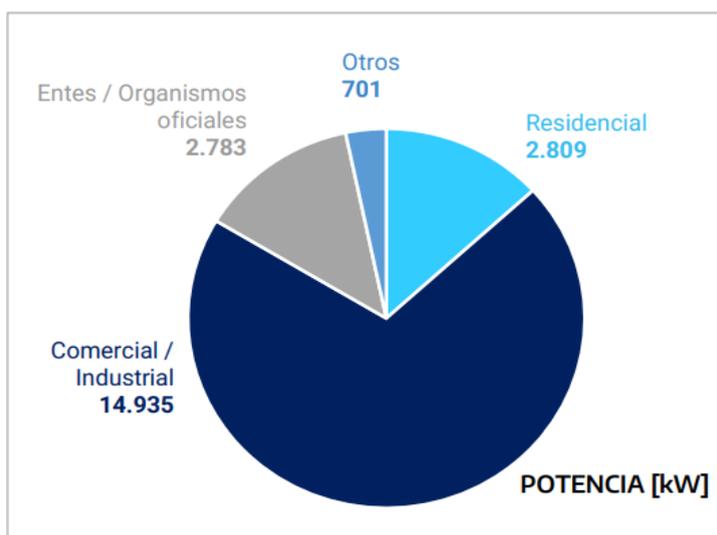


Ilustración 21: Distribución por Potencia

13. PROYECTO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

SISTEMA DE GENERACIÓN ON-GRID

Muchos proyectos de instalación de sistemas solares en la industria son de sistemas de generación de energía on-grid, es decir, conectados a la red eléctrica. Los sistemas conectados a la red son sistemas orientados al “ahorro de energía del tipo convencional”. Tienen la capacidad de generar energía eléctrica para ser consumida directamente en el establecimiento o en el punto de conexión donde se inyecta.

Toda la energía generada se consume instantáneamente. En el caso que la producción sea mayor a la demanda interna, el excedente podrá ser volcado a la red eléctrica valorizándose esa venta a una tarifa determinada. Si por el contrario la energía consumida es mayor a la generación, el faltante se incorpora desde la red convencional.

Este equilibrio energético se logra a través de la inteligencia de los sistemas. El intercambio es contabilizado utilizando un medidor bidireccional.

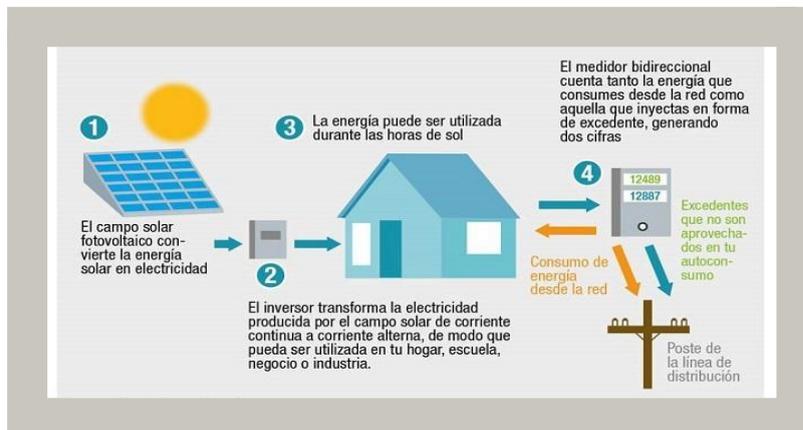


Ilustración 22: Diagrama de sistema de generación On-Grid

Este sistema es un sustituto directo de las fuentes convencionales de energía. Si bien se debe realizar una inversión de gran valor para su adquisición, los costos de operación son extremadamente bajos y genera ahorros directos para la industria.

El ahorro se puede ver desde dos puntos diferentes, uno es el dinero que no es necesario gastar gracias a la energía producida por los paneles solares, y otro es el valor de la energía generada sobrante que se inyecta a la red por la que el distribuidor otorga un crédito. Este crédito se puede utilizar en meses futuros, cuando sea necesario tomar energía de la red, o, si se acumula por doce meses, el distribuidor tiene la obligación de pagar el valor con un cheque.

Es importante remarcar que se tiene la posibilidad de modularizar la inversión, es decir que se puede ir sumando módulos de paneles solares según la necesidad de la empresa y de esta forma aumentar la capacidad de generación y el valor de los activos.

Algunas de las ventajas de la instalación de este tipo de sistema son la alta mantenibilidad de los equipos, alta confiabilidad y el cuidado del medio ambiente. Por otro lado, brinda a la empresa una imagen de modernidad y avance en sustentabilidad.

ANÁLISIS DE CONSUMO

El análisis de consumo se inicia realizando una proyección con los datos de consumo históricos de la industria durante años anteriores. Es necesario estimar la cantidad de KiloWatts Hora que se requerirán por mes.

Según el cuadro tarifario del distribuidor, se tiene un cargo fijo por mes y un cargo variable. Para las industrias que tienen una demanda elevada de energía (potencias mayores a 10 kW), el cargo variable se divide en Pico, Resto y Valle según el horario en que

se consume electricidad. Estas tarifas son tenidas en cuenta para calcular el costo total de la energía consumida cada mes durante un año.

Tarifa 2 (T2) - GRANDES DEMANDAS (Potencias mayores a 10 kW)																		
CONECTADO A LA RED DE DISTRIBUCIÓN y BORNES DEL TRANSFORMADOR																		
		T2 R BT			T2 B MT/BT			T2 R MT			T2 B AT/MT			T2 R AT			T2 Especial	
		Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW	Pot. entre 10 kW y 300 kW	Pot. >= 300 kW Organismos Públicos Salud y Educación	Pot. >= 300 kW		
CARGO COMERCIALIZACIÓN	\$/mes	3130,642	3130,642	3130,642	4628,471	4628,471	4628,471	46087,218	46087,218	46087,218	62212,564	62212,564	62212,564	203039,863	203039,863	203039,863	Cargo Comercialización \$/mes Cargo Fijo \$/mes Cargo Variable \$/mwh	1510,364 652,095 40,5060
USO DE RED	\$/MWh-mes	4641,301	4641,301	4641,301	3904,113	3904,113	3904,113	3639,953	3639,953	3639,953	2800,797	2800,797	2800,797	2007,157	2007,157	2007,157		
CONSUMO DE POTENCIA	\$/MWh-mes	951,029	951,029	951,029	930,645	930,645	930,645	913,168	913,168	913,168	889,836	889,836	889,836	876,391	876,391	876,391		
CONSUMO DE ENERGÍA																		
-PICO (P) - 18 a 23hs.	\$/MWh	24,9359	24,9359	24,9359	23,5868	23,5868	23,5868	23,3158	23,3158	23,3158	22,7198	22,7198	22,7198	22,4013	22,4013	22,4013		
-RESTO (R) - 05 a 18hs.	\$/MWh	24,9280	24,9280	24,9280	23,5792	23,5792	23,5792	23,3083	23,3083	23,3083	22,7125	22,7125	22,7125	22,3941	22,3941	22,3941		
-VALLE (V) - 23 a 05hs.	\$/MWh	24,9211	24,9211	24,9211	23,5728	23,5728	23,5728	23,3019	23,3019	23,3019	22,7063	22,7063	22,7063	22,3880	22,3880	22,3880		

Ilustración 23: Cuadro Tarifario para Grandes Demandas, generalmente utilizado por Industrias

Sabiendo cuál es el nivel de ahorro que la empresa desea, el consumo durante el año y la capacidad de los paneles según la época del año (basado en valores empíricos), se puede calcular la cantidad de equipos que se debería instalar y la cantidad de metros cuadrados que se ocuparían.

Entonces, con el valor estimado de la generación se analiza el aporte del sistema fotovoltaico para la empresa.

Para evaluar la conveniencia de la inversión, se debe calcular la tasa interna de retorno (TIR). La TIR es la rentabilidad que ofrece una inversión, es decir el porcentaje de beneficio o pérdida que se tendrá para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión para comprobar la viabilidad, nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento.

Está relacionada con el valor actualizado neto (VAN). La TIR también se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado.

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN). Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en n° de unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc).

Ejemplo de proyecto de instalación del sistema en una Bodega

Para evaluar la inversión a realizar se estimaron los valores de consumo mensual durante un año de operación de la bodega, utilizando la tarifa T2 R MT. Sabiendo que el fin del proyecto es obtener un 100% de ahorro en energía, se calculó que son necesarios 44

paneles solares de 570 Wp para cubrir la demanda, lo que generaría 25 kWp de potencia y ocuparía 251 m².

MES	PUNTA (KWH)	VALLE (KWH)	RESTO (KWH)	CONSUMO (kWh)	Costo Consumo (\$)	SOLAR (kWh)	% Afect	Valor Est Generación (\$)	Ahorro \$	Excedente \$
Ene	1.116	984	3.156	5.256	\$ 13.908	4.226	10%	\$ 10.962	\$ 8.342	\$ 2.620
Feb	1.224	1.200	3.468	5.892	\$ 15.577	3.915	9%	\$ 10.262	\$ 9.167	\$ 1.095
Mar	1.440	1.572	4.404	7.416	\$ 19.588	3.652	8%	\$ 9.654	\$ 9.654	\$ -
Abr	576	576	1.596	2.748	\$ 7.264	3.464	8%	\$ 8.791	\$ 4.219	\$ 4.573
May	540	456	1.704	2.700	\$ 7.146	3.230	7%	\$ 8.240	\$ 4.504	\$ 3.736
Jun	540	504	1.608	2.652	\$ 7.014	2.420	6%	\$ 6.237	\$ 4.250	\$ 1.987
Jul	636	588	1.872	3.096	\$ 8.189	3.032	7%	\$ 7.789	\$ 4.948	\$ 2.840
Ago	552	540	1.584	2.676	\$ 7.075	3.376	8%	\$ 8.572	\$ 4.187	\$ 4.385
Sep	384	396	984	1.764	\$ 4.661	3.742	9%	\$ 9.350	\$ 2.601	\$ 6.749
Oct	384	396	1.008	1.788	\$ 4.725	4.055	9%	\$ 10.121	\$ 2.664	\$ 7.457
Nov	516	552	1.812	2.880	\$ 7.609	4.312	10%	\$ 10.909	\$ 4.790	\$ 6.119
Dic	780	744	2.200	3.724	\$ 9.848	4.465	10%	\$ 11.359	\$ 5.815	\$ 5.544
Total	8.688	8.508	25.396	42.592	\$ 112.604	43.890	103%	\$ 112.247	\$ 65.143	\$ 47.104

Ahorro kWh	103%
Ahorro \$	100%

Ilustración 24: Tabla de datos de consumo mensual de energía y Opción de Generación de energía (kWh) - Ahorro (\$). Bodega

PROYECTO	BODEGA
PANEL (Wp)	570
N° PANELES	44
PONTECIA (KWp)	25
SUPERFICIE REQUERIDA (m2)	251

Ilustración 25: Tabla de equipamiento de energía solar requerido en bodega.

El valor total de la inversión estimada fue de USD 30100. Este proyecto fue evaluado a finales de 2021, por lo que se debería realizar una corrección y aumentar el valor ya que, con las restricciones a las importaciones en Argentina, el precio de los insumos ha aumentado significativamente.

En el siguiente gráfico se puede ver la estacionalidad de esta industria. Durante los meses de vendimia y producción se tiene un gran consumo de energía, mientras que el resto del año la demanda energética es menor. En cuanto a la generación solar, se puede observar cómo decae la generación durante los meses de invierno gracias a las condiciones climáticas.

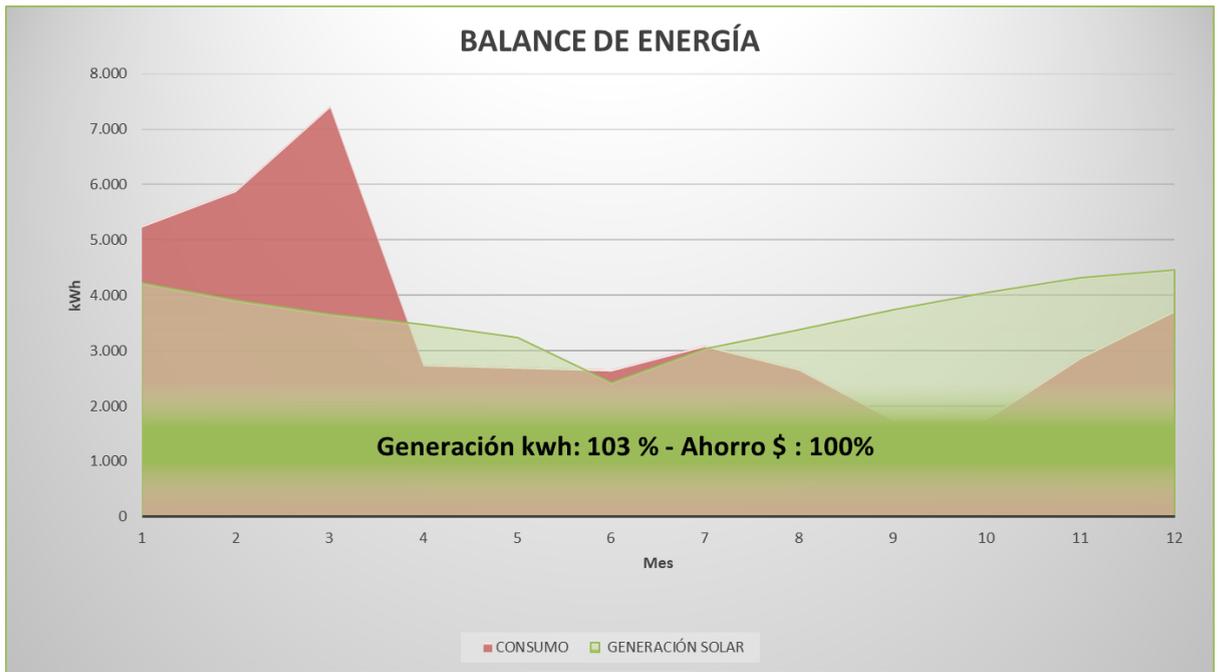


Ilustración 26: Gráfico de comparación de consumo y generación solar (kWh - mes). Bodega

Para analizar la rentabilidad del proyecto, se ve la cantidad de periodos en los que se recuperará la inversión, en este caso serían 7 años. Representamos gráficamente el nivel de recuero y los ahorros generados por periodo. La curva verde representa la variación del costo de la energía, que en el momento de plantear el proyecto se estimó que iría decreciendo. Esta estimación resultó errónea, ya que en realidad las variaciones son cada vez más grandes. Sin embargo, los aumentos cada vez mayores en el costo de la energía hacen más atractiva la instalación del sistema fotovoltaico.

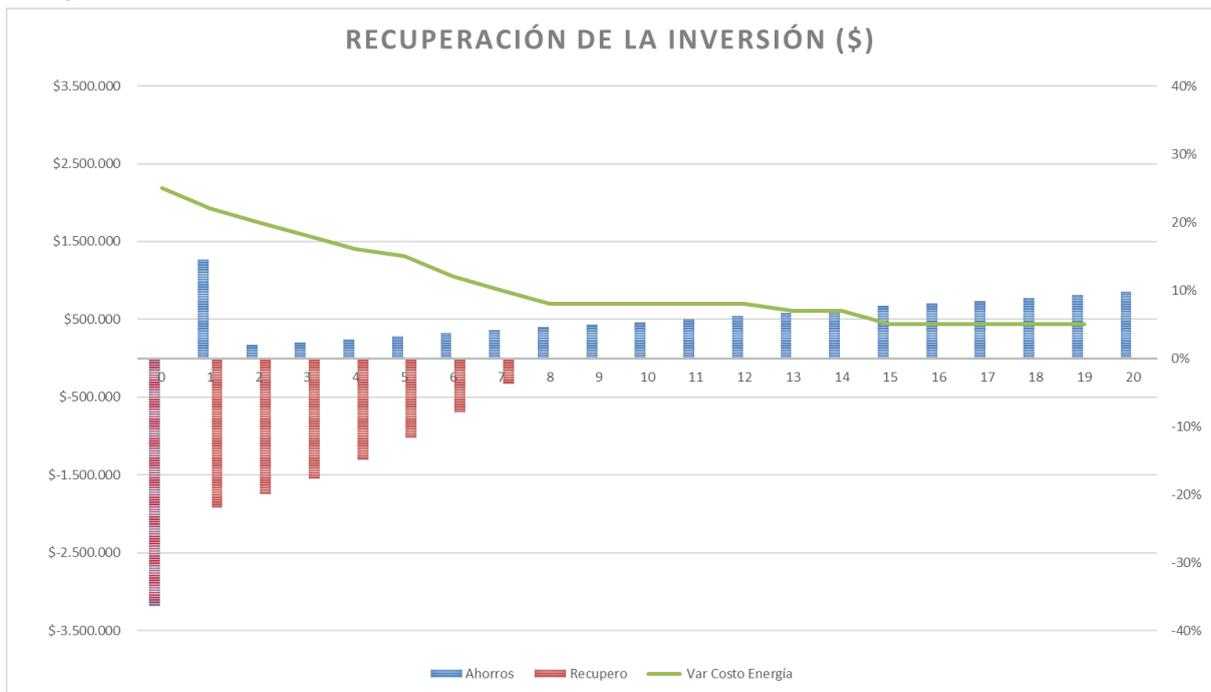


Ilustración 27: Gráfico de doble lectura. Recuperación (\$) - tiempo (años). variación del costo de energía (%) - tiempo (años). Bodega

El nivel de ahorro durante el primer periodo se explica considerando el crédito fiscal por impuestos nacionales de \$45/w instalado. El crédito fiscal regulado por la ley 27.424 tiene un límite \$3MM, y para este proyecto tiene un valor de \$1.128.000.

Ejemplo de proyecto de instalación del sistema en Finca

Para evaluar la inversión a realizar se estimaron los valores de consumo mensual por riego durante un año utilizando la tarifa T2 RA BT. Sabiendo que el fin del proyecto es obtener un 55% de ahorro en energía, se calculó que son necesarios 118 paneles solares de 570 Wp para cubrir la demanda, lo que generaría 67,3 kWp de potencia y ocuparía 673 m².

MES	BAJA (kWh)	ALTA (kWh)	CONSUMO (kWh)	Costo Consumo (\$)	SOLAR (kWh)	% Afect	Valor Est Generación (\$)	Ahorro \$	Excedente \$
Ene	22.100	12.300	34.400	\$ 128.496	11.334	9,6%	\$ 46.203	\$ 46.203	\$ -
Feb	5.300	6.300	11.600	\$ 48.484	10.500	8,9%	\$ 37.779	\$ 25.681	\$ 12.098
Mar	3.000	2.400	5.400	\$ 21.294	9.795	8,3%	\$ 31.082	\$ 9.783	\$ 21.299
Abr	3.000	2.400	5.400	\$ 21.294	9.290	7,9%	\$ 29.630	\$ 9.783	\$ 19.847
May	4.200	2.500	6.700	\$ 25.277	8.664	7,4%	\$ 27.944	\$ 10.191	\$ 17.753
Jun	1.500	2.500	4.000	\$ 17.503	6.490	5,5%	\$ 21.682	\$ 10.191	\$ 11.491
Jul	1.600	800	2.400	\$ 8.826	8.133	6,9%	\$ 24.381	\$ 3.261	\$ 21.120
Ago	7.400	2.500	9.900	\$ 34.490	9.053	7,7%	\$ 29.065	\$ 10.191	\$ 18.874
Sep	21.000	6.000	27.000	\$ 92.105	10.034	8,5%	\$ 36.079	\$ 24.458	\$ 11.620
Oct	29.000	8.000	37.000	\$ 125.686	10.874	9,2%	\$ 40.889	\$ 32.611	\$ 8.278
Nov	25.000	3.800	28.800	\$ 92.020	11.564	9,8%	\$ 37.854	\$ 15.490	\$ 22.363
Dic	28.328	6.860	35.188	\$ 117.739	11.974	10,2%	\$ 42.695	\$ 27.964	\$ 14.731
Total	151.428	56.360	207.788	\$ 733.212	117.705	57%	\$ 405.283	\$ 225.809	\$ 179.473
					Ahorro kWh		57%		
					Ahorro \$		55%		

Ilustración 28: Tabla de datos de consumo mensual de energía y Opción de Generación de energía (kWh) - Ahorro (\$). Finca

PROYECTO	Finca Corredor	
TIPO DE PANEL (wp)		570
N° PANELES		118
POTENCIA INSTALADA (KWp)		67,3
SUPERFICIE REQUERIDA m2		673

Ilustración 29: Tabla de equipamiento solar requerido en proyecto Finca Corredor.

El valor total de la inversión estimada fue de USD 77.400. Este proyecto fue evaluado a finales de 2021, por lo que se debería realizar una corrección y aumentar el valor ya que, con las restricciones a las importaciones en Argentina, el precio de los insumos ha aumentado significativamente.

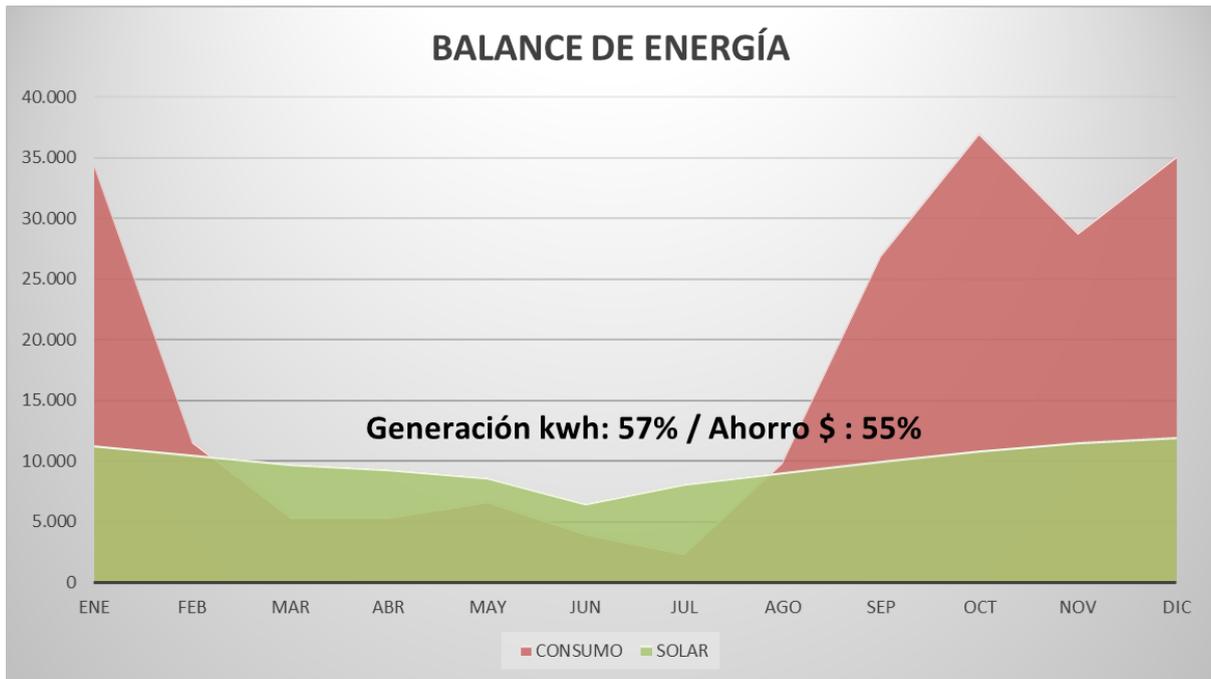


Ilustración 30: Gráfico de comparación de consumo y generación solar (kWh - mes). Finca

Considerando el crédito fiscal por impuestos nacionales de \$45/w instalado (ley 27.424). al proyecto le corresponden \$2.925.000. Por lo que el ahorro inicial es mayor.

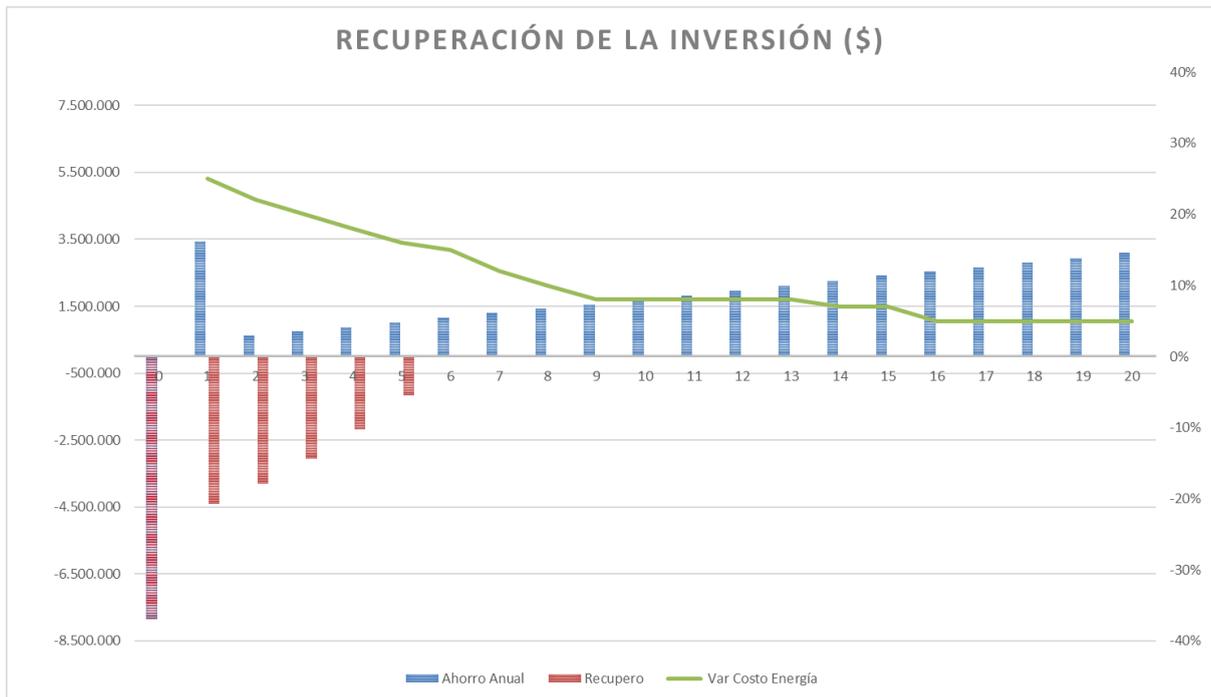


Ilustración 31: Gráfico de doble lectura. Recuperación (\$) - tiempo (años). variación del costo de energía (%) - tiempo (años). Finca

14. CONCLUSIONES

A partir de todos los datos expresados en este documento, es evidente que la energía solar como fuente de energía en las industrias tiene numerosos beneficios, ya que permite una mayor autonomía energética de las empresas respecto de la red eléctrica

umentando su estabilidad energética; como también una disminución en los costos incurridos en este recurso y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto resulta en un aumento de la competitividad de la empresa gracias al compromiso que genera con el medio ambiente y los beneficios económicos.

Sin embargo, es importante recalcar que existen diferentes desventajas debido a los costos del equipamiento necesario para aprovecharla, así como a la variabilidad de este tipo de energía que no permite que sea muy eficiente en algunas aplicaciones. Puede resultar difícil para aquellas empresas que no cuenten con el capital o espacio necesario para poder instalarla.

Tanto la innovación como el avance tecnológico que se está llevando a cabo en diferentes países del mundo como Alemania, China, entre otros, va a permitir que en un futuro no muy lejano, este tipo de energía se vuelva cada vez más rentable para poder ser aplicada para distintas etapas del proceso productivo en las diferentes industrias. Específicamente en nuestro país, se están desarrollando técnicas y diferentes programas para incentivar el uso de la energía solar tanto para consumo doméstico como para su aplicación en la industria, bajo la idea de aprovechar la posición geográfica y la calidad solar de Argentina.

Como ingenieros industriales, debemos tener en cuenta esta mirada integral de lo que implica relacionarnos a este tipo de energía renovables como fuente de electricidad y energía para los diversos procesos. Teniendo en cuenta tanto beneficios como perjuicios, debemos promover el avance en este tipo de tecnología para así obtener en un futuro mejores aplicaciones y rendimientos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- *Energía Solar - Concepto, tipos, usos, ventajas y desventajas.* (s/f). Concepto. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de <https://concepto.de/energia-solar/>
- *Tecnología.* (s/f). Concepto. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de <https://concepto.de/tecnologia/>
- Planas, O. (2016, febrero 25). *Partes de un panel solar, estructura y componentes.* Solar-energia.net. <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico/estructura-de-un-panel-fotovoltaico>
- Planas, O. (2015, septiembre 9). *¿Cuáles son los componentes de un sistema solar térmico?* Solar-energia.net. <https://solar-energia.net/energia-solar-termica/componentes>
- *Energía Solar - Concepto, tipos, usos, ventajas y desventajas.* (s/f-b). Concepto. Recuperado el 18 de mayo de 2023, de <https://concepto.de/energia-solar/>
- Secretaría de Gobierno de Energía (2019, Octubre). *Energía Solar Fotovoltaica* [archivo pdf] https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/energia_solar_fotovoltaica_-_octubre_2019.pdf

- INTI (2020) Censo Solar Térmico. [archivo pdf]. <https://www.inti.gob.ar/assets/uploads/files/generacion-de-la-energria/censo-2020/censo-solar-termico-2020.pdf>
- Gestor. (2021, septiembre 17). *Cómo ha evolucionado la Energía Solar a lo largo de la historia*. Greening-e. <https://greening-e.com/como-ha-evolucionado-la-energia-solar-a-lo-largo-de-la-historia>
- Comercialización, C., Ahorro, C., & Social, T. (2022). *CUADRO TARIFARIO A USUARIO FINAL Vigencia: 1 de mayo al 31 de julio de 2023 Según ANEXOS I, II y III RES. EPRE No 046/2023*. Edemsa.com. <https://www.edemsa.com/wp-content/uploads/2023/05/CT-Vigente-desde-el-1-05-hasta-el-31-07-2023.pdf>
- Arias, A. S. (2014, julio 15). *Tasa interna de retorno (TIR)*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Morales, V. V. (2014, junio 15). *Valor actual neto (VAN)*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Secretaría de Energía (2020, Octubre). *Generación Distribuída; Ley 27.424* [archivo pdf]. https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/2._gisele_bravo_y_nicolas_burrin.pdf
- *Instalar un equipo de Generación Distribuida en mi PyME, industria, comercio, u otro*. (2023, abril 10). Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/generacion-distribuida/instalar-un-equipo-de-generacion-distribuida-en-mi-pyme>
- *Beneficios Promocionales*. (2023, abril 10). Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/generacion-distribuida/beneficios-promocionales>
- Ministerio de Energía (2023, Marzo). *Generación Distribuida en Argentina. Evolución de trámites/Conexión usuario-generador* [archivo pdf]. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_de_avance_mar_-20232104.pdf