

Estudio de Fuentes Energéticas. Aplicación a Energía Solar Fotovoltaica

Rodrigo Pavez, Diego Onetto

E-mail addresses

Rodrigo Pavez matiaspavez60@gmail.com

Diego Onetto d.onetto994@gmail.com

Faculty of Engineering, Architecture and Design (FIAD). University of San Sebastian. Bellavista 7. 8420524 Santiago. Chile.

1. Resumen

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural (Acciona s.f.).

En este trabajo se realiza un análisis amplio en el cual se habla sobre las diversas fuentes de energía que existen, en donde se busca profundizar en la energía solar fotovoltaica y los factores que la pueden posicionar como una de las energías con mejores factores y potencial de crecimiento, generando diversos análisis de esta fuente de energía, desde aspectos técnico-económicos, medioambientales, legales y sociales, cabe mencionar que la energía fotovoltaica también posee un amplio uso y es aplicada en diversos aspectos de la vida, ya sea en construcciones en grandes ciudades, zonas rurales e incluso en la industria minera, al ser una de las pocas fuentes de energías renovables que pueden ser utilizadas por un contexto geográfico y climático, facilitando ampliamente su utilización,

La Energía Solar Fotovoltaica es una de las energías renovables no convencionales de mayor crecimiento a nivel mundial junto a la eólica, pues tiene la capacidad de producir energía gracias a la radiación solar. El poder obtener energía de esta manera evita la producción de cualquier tipo de gas de efecto invernadero, volviéndose así una energía amigable con el medioambiente.

Los resultados del estudio revelan cómo la energía solar fotovoltaica tiene un gran potencial de crecimiento a nivel global, esto además se puede ver reflejado en el gran interés de diversos países al implementar esta tecnología en diversos aspectos de la vida, ya sea para uso en ciudades, industria, sectores rurales.

Finalmente se entregan conclusiones, las cuales dan ciertas recomendaciones a manera de diagnóstico a través del análisis realizado, pues todo puede ser mejorado también se muestran las limitaciones a las que se enfrenta esta energía, siendo algunas de estas, como, limitaciones técnicas, económicas, geográficas, sociales o incluso políticas, dependiendo del lugar en donde se desee aplicar la energía solar respectivamente; como también demostrar todos los aspectos positivos que la convierten en una fuente de energía altamente competitiva enfocándose en el potencial de crecimiento y la reducción de los costos de producción de esta.

2. Introducción

La energía puede manifestarse de diversas maneras: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, entre otras, existiendo la posibilidad de transformarse entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía (Canarias, 2008). También se le puede dar diferentes usos, dependiendo del medio del que se obtiene, ya sea para iluminar ciudades, hacer funcionar motores o simplemente generar el calor necesario para protección de los climas fríos.

La mayoría de las fuentes de energías que existen, provienen del sol, el cual genera vientos, evaporación de aguas, nubes, lluvias e incluso calor y radiación solar, siendo de gran importancia, aprovechar la energía proveniente del sol, ya que se considera una energía ilimitada y amigable con el medio ambiente.

El desarrollo económico de los países ha estado vinculado a una creciente demanda energética, generando la necesidad de buscar nuevas fuentes de energía que puedan abastecer las necesidades de cada país, siendo una de ellas la ESFV.

La ESFV es un tipo de energía renovable, la cual se obtiene gracias a la radiación solar, al convertir esta luz solar en electricidad. Esto se puede explicar gracias al fenómeno fotoeléctrico, el cual indica cómo las partículas de luz inciden sobre los módulos fotovoltaicos, entregando su energía a los átomos del semiconductor, donde se liberarán y desplazarán de un extremo a otro, generando así, la energía. Es por esto, que la ESFV es una energía totalmente limpia, pues además de producir energía de la radiación solar, sus procesos no generan ningún rastro de gases de efecto invernadero, por lo que no contribuye al calentamiento global.

Para que la ESFV pueda generar electricidad, se necesita de toda una planta y del uso de diversos equipos para poder obtener, transformar, almacenar y distribuir la energía obtenida, por lo que cada parte de una planta solar es completamente necesaria.

La construcción de una planta no es un tema sencillo, por lo que se crea un apartado sobre el dimensionamiento de una planta solar fotovoltaica conectada a la red y un estudio, en el cual se muestran aspectos técnicos, económicos y medioambientales sobre las áreas positivas y negativas de la ESFV.

A lo largo de los años, se ha podido observar cómo los países han visto el potencial de la ESFV lo que los ha llevado a construir grandes parques solares alrededor del mundo, ya sea para abastecer una parte del consumo de un país, dar energía a lugares rurales o para alimentar algún proceso minero, demostrando el camino positivo que mantienen las energías renovables en comparación los combustibles fósiles. Cabe destacar que este informe realiza un ejemplo en el cual se muestran las matrices energéticas de cinco países (Chile, Argentina, Perú, Bolivia y Australia) en los cuales se muestra el camino energético que estos han tenido con el paso del tiempo y en donde se ve el crecimiento de las energías renovables, volviéndose cada vez más una opción factible y rentable.

3. Objetivos del estudio

3.1 Objetivo generales

El objetivo es realizar un análisis exhaustivo de las características técnicas y operativas de la energía solar fotovoltaica, evaluando su capacidad, eficiencia y sostenibilidad. Se compararon sus ventajas competitivas frente a otras fuentes de energía, como combustibles fósiles y renovables, en términos de costos, impacto ambiental y viabilidad operativa en la industria minera. El estudio buscó identificar las condiciones bajo las cuales la energía fotovoltaica puede ser una opción más rentable y sostenible para el sector.

3.2 Objetivos específicos

Bajo trabajos posteriores se buscó recopilar, mediante una revisión bibliográfica, los datos necesarios y más relevantes para el desarrollo de las bases de este trabajo.

Realización de un estudio crítico de las diversas fuentes de energía que existen en la actualidad.

Realizar una comparación entre la energía solar fotovoltaica y otras fuentes de energía, tanto renovables como no renovables.

Realización de una investigación en base al uso de la bibliografía disponible sobre el potencial de la energía solar fotovoltaica para su aplicación en la minería (estudio de factibilidad técnico – económico).

Investigar en base a la bibliografía obtenida, el potencial de la energía solar fotovoltaica a nivel mundial (estudio de factibilidad técnico – económico).

4. Metodología

Se realizará una revisión bibliográfica con el fin de recopilar información clave sobre la energía solar, las diversas fuentes de energías alternativas y su implementación en minería. Esta revisión proporciona los antecedentes teóricos necesarios para sustentar el análisis y las conclusiones del estudio. A partir de ello, se lleva a cabo un análisis comparativo entre la energía solar fotovoltaica y otras fuentes de

energía, tanto renovables como no renovables, identificando las ventajas y desventajas de esta tecnología en relación con las opciones disponibles en el mercado, destacando sus fortalezas y oportunidades competitivas a nivel global.

El trabajo también incluye estudios de casos concretos que muestran aplicaciones reales de la energía solar en operaciones mineras. Estos casos ilustran tanto los beneficios como los desafíos asociados con la adopción de esta tecnología en un entorno industrial, proporcionando ejemplos prácticos que enriquecen el análisis. Además, se efectúa un análisis técnico-económico para evaluar la viabilidad de la energía solar fotovoltaica en el sector minero. Se consideran aspectos como la eficiencia de los paneles solares, su capacidad de generación eléctrica, la integración con las operaciones mineras, los costos de inversión, los ahorros energéticos y el retorno de la inversión, lo que permite ofrecer una evaluación detallada sobre su rentabilidad.

Finalmente, se adopta una perspectiva global que contextualiza el uso de la energía solar fotovoltaica dentro del crecimiento mundial de las energías renovables. Este enfoque incluye un análisis de las tendencias políticas, iniciativas internacionales y casos de éxito que subrayan la relevancia de esta tecnología en el contexto energético y ambiental. En resumen, la metodología utilizada es multidisciplinaria y profunda, lo que permite una visión integral y fundamentada sobre el impacto y potencial de la energía solar fotovoltaica en la industria minera.

5. Marco teórico

5.1 Qué se entiende por energía solar

La energía solar es la energía que proviene del sol en forma de radiación electromagnética. Esta radiación puede ser aprovechada por diversas tecnologías para producir electricidad o calor. Dentro del ámbito de la energía fotovoltaica, la radiación solar es convertida directamente en electricidad mediante el uso de materiales conocidos como semiconductores cuya función es la de aprovechar el efecto fotoeléctrico (Duffie & Beckman, 2013).

La potencia que llega a la Tierra desde el Sol se denomina irradiancia solar y se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2). Esta potencia se puede calcular a través de la fórmula de la irradiancia solar:

$$G=Ps/A$$

donde:

- G es la irradiancia solar en W/m^2 ,
- Ps es la potencia del Sol que incide sobre la superficie de la Tierra en vatios (W)
- A es el área sobre la que incide esa potencia, en metros cuadrados (m^2) (Boyle, 2012).

La constante solar, que es el valor promedio de irradiancia fuera de la atmósfera terrestre, se estima en unos $1361 W/m^2$. Sin embargo, debido a la atmósfera, el valor que alcanza la superficie de la Tierra es menor y varía según la latitud, las estaciones y las condiciones meteorológicas (Luque & Hegedus, 2011).

La eficiencia de conversión de un panel solar fotovoltaico se refiere a la fracción de la energía solar incidente que es convertida en electricidad útil. Esta eficiencia, denotada por η , se define como:

$$\eta=P_{out}/G*A$$

donde:

- P_{out} es la potencia eléctrica producida por el panel en vatios (W)
- G es la irradiancia solar incidente en W/m^2 ,
- A es el área del panel en m^2 (Duffie & Beckman, 2013).

5.1.1 Energía Solar Fotovoltaica

Los fotones son partículas que componen la radiación solar que incide en las celdas o módulos fotovoltaicos y de los cuales se obtiene la energía. El fotón es un tipo de partícula elemental portadora de todas las formas de radiación electromagnética,

tales como los rayos X, rayos gamma, fotones de luz visible, la luz infrarroja, las ondas de radio y microondas. Se caracterizan por ser estables, no tener masa ni carga eléctrica y por moverse a la velocidad de la luz (300.000 km/s) cuando se encuentran en el vacío.

5.1.2 Efecto Fotoeléctrico

El efecto fotoeléctrico es el principio que subyace en la conversión de energía solar en electricidad dentro de una célula fotovoltaica. Cuando la luz solar, que consiste en fotones, incide sobre la célula fotovoltaica, los fotones transfieren su energía a los electrones del material semiconductor, como el silicio, en la célula. Si la energía del fotón es lo suficientemente alta, es decir, mayor o igual a la energía de enlace del electrón (conocida como la función de trabajo del material), estos electrones pueden ser liberados de sus átomos. Este proceso genera electrones libres dentro del material.

Una vez que los electrones son liberados, son recolectados por un campo eléctrico interno que existe en la unión p-n de la célula fotovoltaica. El movimiento de estos electrones a través del material genera una corriente eléctrica, que puede ser aprovechada para alimentar un circuito externo. Este fenómeno fue explicado por Albert Einstein en 1905, estableciendo que la energía de los fotones es proporcional a su frecuencia, lo que significa que no todos los fotones tienen la suficiente energía para liberar electrones (Einstein, 1905). Por este trabajo, Einstein fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1921. El descubrimiento del efecto fotoeléctrico no solo impulsó el desarrollo de la energía solar fotovoltaica, sino que también proporcionó evidencia fundamental para la teoría cuántica de la luz (Shen et al., 2019).

5.1.3 Radiación Solar

La radiación solar se conoce al conjunto de radiaciones electromagnéticas provenientes del sol, estrella ubicada como punto central del sistema solar en que habitamos y que posee el comportamiento de un cuerpo negro. “Un cuerpo negro es un objeto ideal en equilibrio termodinámico con su entorno que se comporta como

un perfecto “absorbente de radiación” (toda la radiación incidente es absorbida y no hay reflexión ni transmisión)” (Edumedia, s.f.).

5.1.4 Radiación Global

La irradiancia que se registra ya sea sobre una base de tiempo al día o de manera anual es entregada en mapas y tablas de radiación, las cuales generalmente están en un plano horizontal. Dichos datos se utilizan para poder estimar la producción en la generación de energía fotovoltaica (Negroni, Canales, & Yañez, 2013).

Rendimiento de conversión:

Uno de los parámetros fundamentales en los dispositivos fotovoltaicos es el rendimiento de conversión. Corresponde a la proporción de luz solar que la célula convierte en energía eléctrica. Un buen rendimiento de conversión puede hacer de ésta una energía más competitiva con otras fuentes.

5.2 Celdas Fotovoltaicas

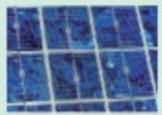
También llamadas células, su principal función es transformar la radiación solar (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones). Están compuestas de materiales semiconductores, capaces de absorber fotones de luz y a su vez emitir electrones, siendo el silicio de los más utilizados. Sin embargo, siempre depende del uso y tipo de celda. Además, las celdas solares están formadas por una malla metálica superior u otro tipo de contacto para recolectar los electrones del semiconductor y transferirlos a la carga externa y un contacto posterior para completar el circuito eléctrico. En la parte superior de la célula, un vidrio u otro tipo de material encapsulado transparente sella y protege de las condiciones ambientales, siendo muy durables y fiables, junto a una capa autorreflexiva que aumenta el número de fotones absorbidos.

La principal función de las celdas fotovoltaicas es la capacidad de poder transformar la energía proveniente del sol o radiación solar en energía eléctrica, lo que en pocas palabras quiere decir que estas obtienen energía cuando la luz solar se posa sobre estas. Para que las células fotovoltaicas puedan cumplir sus funciones estas deben estar hechas de materiales semiconductores como el silicio, los cuales son arenas

procesadas para así obtener una pureza muy alta y de gran calidad para el trabajo requerido, un material así posee alta calidad y capacidades para poder absorber fotones de luz y a su vez poder emitir electrones, luego de la liberación de electrones estos son capturados por la misma celda disipándose como calor para así ir generando la corriente eléctrica necesaria para ser usada como electricidad.

Los paneles están compuestos por grupos de celdas fotovoltaicas, y mediante la investigación de fabricantes y distribuidores es que se pudo llegar a obtener diversos tipos de celdas fotovoltaicas, las cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 1, Tipos de células fotovoltaicas.

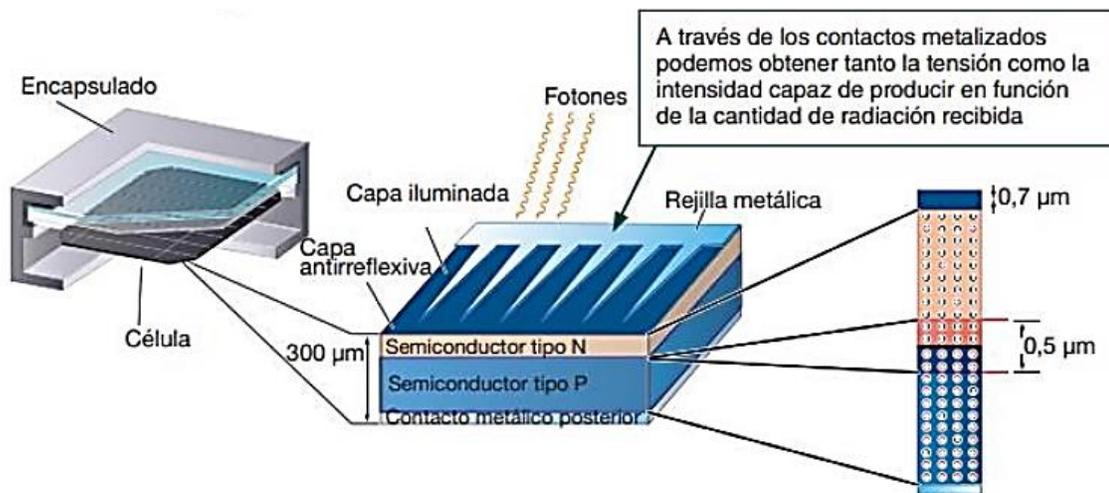
Célula	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24%	15-18%	Son típicos los azules homogéneos y conexión de las células individuales entre sí (Czochralski)	A partir de silicio puro fundido y dopado con boro
	Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules	Igual, pero con menos fases de cristalización
	Amorfo	16%	-10%	Tiene color marrón homogéneo, sin conexión visible entre las células	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Principio de funcionamiento de una Célula Fotovoltaica

De acuerdo con mheducation (s.f.), se plantea lo siguiente: “Una célula solar se comporta como un diodo: la parte expuesta a la radiación solar es la N, y la parte situada en la zona de oscuridad, la P. Los terminales de conexión de la célula se hallan sobre cada una de estas partes del diodo: la cara correspondiente a la zona P se encuentra metalizada por completo (no tiene que recibir luz), mientras que en la zona N el metalizado tiene forma de peine, a fin de que la radiación solar llegue al semiconductor”.

Ilustración 1, Célula solar: características básicas, por Componentes de una instalación solar fotovoltaica



Fuente: mheducation, s.f

En base a lo documentado por (Aguero, Diaz, & Oqueranza, s.f) se explica en funcionamiento de un módulo fotovoltaico al desprenderse un fotón de un semiconductor dopado expuesto a radiación electromagnética, el cual golpea a un electrón y lo arranca de donde este se encontraba, creando así un hueco en el átomo. De forma general, el electrón encontraría de una manera rápida un hueco para volver a ocupar uno, mientras que la energía proporcionada por el fotón terminaría siendo disipada en forma de calor.

5.2.2 Módulos Fotovoltaicos

Conformado por un conjunto de celdas conectadas unas con otras, encapsuladas y montadas sobre una estructura soporte o marco. Los módulos están diseñados para suministrar electricidad a un determinado voltaje (normalmente 12 o 24 V). La corriente producida depende del nivel de insolación. Puede emplearse un módulo o conectarse con más para formar un generador fotovoltaico. Los generadores o módulos fotovoltaicos producen corriente continua (DC) y pueden ser conectados en serie o en paralelo para poder producir cualquier combinación de corriente y tensión. Para el uso de esta energía es necesario un sistema fotovoltaico completo, requiriendo otros componentes conocidos como “resto del sistema” o balance of system (BOS). Estos componentes varían y dependen del tipo de aplicación o servicio que se quiere proporcionar. Los sistemas fotovoltaicos se pueden clasificar como autónomos o conectados a la red eléctrica. (Barberá Santos) (mheducation, s.f.).

5.3 Fuentes de Energía Alternativas

Dentro de las energías existentes, hay muchas que son renovables, siendo estas de mayor importancia que aquellas fuentes de energía de origen fósil, siendo algunas de estas:

- Energía Térmica
- Energía Geotérmica
- Energía Hidráulica
- Energía Solar Térmica
- Energía Nuclear
- Energía Radiante
- Energía Proveniente de las Olas
- Energía de Biomasa

5.4 Industria Minera y Energías

La energía fotovoltaica ha adquirido una importancia significativa en la industria minera debido a varios factores. En primer lugar, reduce los costos energéticos al

proporcionar una fuente de energía renovable y económicamente viable. Además, contribuye a la disminución de las emisiones de carbono, ayudando a las empresas mineras a cumplir con los estándares ambientales y mejorar su sostenibilidad operativa. También es especialmente beneficiosa en sitios mineros remotos con acceso a red eléctrica limitado o, ofreciendo una solución eficiente y autónoma para satisfacer sus necesidades energéticas.

5.4.1 Estudios de Casos

Los beneficios que se pueden obtener de la implementación de energía solar en los procesos mineros llevan a que muchas faenas busquen implementarla. A continuación, se muestran algunas faenas que ya cuentan con plantas de energía solar fotovoltaica:

5.4.1.1 RioTinto

Según datos recolectado de (Proveda, 2022), se mencionaba que la empresa Atalaya Mining se encontraba en la realización próxima de una planta solar fotovoltaica que produciría energía para suministrar a la operación minera Riotinto. El desarrollo de la planta solar se llevaría a cabo en unas 60 hectáreas de suelos mineros propiedad de la compañía. La planta tendría una potencia instalada de unos 50 MW, con un total de inversión de 30 millones de euros para su construcción y convertirse en una de las mayores plantas de autoconsumo industrial de España y la primera dando servicio a la minería. El proyecto aseguraba una reducción total anual de 40.000 toneladas de emisiones directas de *CO2* volviéndolo un proyecto de alta sustentabilidad que se mantendría activo una vez culmina la explotación del proyecto.

5.4.1.2 Mina de Oro Agnew

La primera mina de oro con energía eólica, solar y eléctrica estaría en Australia Occidental (Pedraza, 2019). La preocupación de las minas de oro por la incorporación de energías renovables a sus actividades es uno de los retos del futuro que el país debería afrontar, no solo por motivos medioambientales, sino también por motivos económicos. Esta mina, gestionada por una filial de la minera

sudafricana Gold Fields ubicada en Waroonga (Australia Occidental), sería la primera explotación del mundo en abastecerse de energías renovables. Teniendo una inversión por parte de la Agencia Australiana de Energías Renovables (ARENA), la cual aportó un total de 13.5 millones de dólares para la construcción de una microrred alimentada por energía eólica, solar, baterías y gas. Esta microrred consta de una instalación de 10.000 paneles solares que entregarían un total de 4 MW, además de una instalación de turbinas eólicas, un sistema de baterías y un generador de gas.

5.4.1.3 Mina de Oro Carosue Dam

Ubicada cerca de Kalgoorlie, ahora se encuentra siendo suministrada de electricidad renovable proveniente de una instalación de 5 MW, reduciendo la huella de emisiones de la mina en más de 5.600 toneladas por año de gases de efecto invernadero. Según (Roca, 2022), uno de los primeros receptores de fondos del Fondo de Futuro de Energía Limpia de Australia Occidental (WA) ya se puso en funcionamiento, y la energía solar ahora desplaza el uso del diésel y gas en esta mina de oro. El proyecto de Nomadic Energy generará más de 880 megavatios/hora de energía cada año, lo cual es suficiente para poder alimentar a 1.700 hogares de Australia Occidental. La instalación, supuso un despliegue de 5 MW de capacidad solar, la cual se realizó mediante el uso de plataformas Maverick de rápido despliegue de la empresa australiana de tecnología solar 5B. El uso de las plataformas Maverick, les permitió poder desplegar rápidamente los paneles solares premontados y sin la necesidad de una gran infraestructura en el lugar, instalando un total de 600 KW de capacidad solar en un solo día con un equipo de cuatro personas.

6. Análisis Comparativo

6.1 Comparación de Fuentes de Energía Renovables

6.1.1 Energía Eólica

Entre las distintas alternativas renovables para generar electricidad, la energía solar y la energía eólica son las opciones más populares. En este sentido, su rol es

determinante en la reducción de emisiones de efecto invernadero (GIS). Las tecnologías para transformar estas fuentes de energía son los paneles solares y los aerogeneradores, respectivamente. (soluciones, 2021)

Principales ventajas de la Energía Eólica

1. Esta es una energía que no contribuye al efecto invernadero, su impacto ambiental es mínimo al ser una energía que no emite gases.
2. Se trata de una fuente de energía renovable.
3. Los proyectos de energía eólica pueden ser construidos en plazos relativamente cortos y con costos de mantención bajos.

Principales desventajas de la Energía Eólica

1. El costo de los molinos de la energía eólica es alto, lo cual implica que el costo inicial de la instalación es mayor que el de sistemas tradicionales.
2. Son necesarios estudios previos de las condiciones de los vientos pues esto es necesario para decidir la localización de los molinos.
3. El giro de los rotores de los molinos genera ruidos molestos.
4. Los parques eólicos afectan el paisaje al ser proyectos de gran tamaño y además afecta el paso de las aves (EnergiaFV, 2019).

Principales ventajas de la Energía Solar Fotovoltaica

1. Fuente de energía renovable, inagotable y un proceso no contaminante.
2. Una rápida amortización de la inversión respecto a la vida útil de la instalación.
3. No produce ruido.
4. Tiene una fácil instalación en cubiertas o fachadas por lo que se pueden aprovechar todos los espacios.
5. Tiene bajos costos de mantención.

Principales desventajas de la Energía Solar Fotovoltaica

1. La cantidad de potencia instalada y la energía que se puede obtener están definidos por el espacio disponible para la instalación de los paneles solares
2. Una rápida amortización de la inversión respecto a la vida útil de la instalación.
3. No produce ruido.
4. Tiene una fácil instalación en cubiertas o fachadas por lo que se pueden aprovechar todos los espacios.
5. Tiene bajos costos de mantención.

6.1.2 Energía Hidroeléctrica

El principal pilar de la energía hidroeléctrica es el sol, el cual se encarga de evaporar las aguas de mares, ríos y lagos para transformarlas en nubes, las cuales se enfrían y condensan para así darle paso a las precipitaciones, éstas acumulan energía potencial que se disipa a medida que el agua va regresando a los lagos, ríos o mares logrando completar así el ciclo del agua.

En la actualidad, la energía hidráulica se utiliza para la obtención de energía mediante la implementación de las plantas o centrales hidroeléctricas, las cuales utilizan el movimiento de las aguas para generar la energía que utilizan (Pavez, 2022)

Estas energías también se diferencian en ciertos aspectos, de entre los cuales se pueden mencionar a grandes rasgos algunos, tales como:

- Diferencias de costos.
- Producción.
- Fiabilidad.
- Impacto medioambiental.
- Esperanza de vida.
- Efecto del clima.

- Contaminación.

Pueden existir diferencias entre las energías al encontrarse en lugares diferentes estando bajo circunstancias diferentes, pero también pueden existir circunstancias en donde pueden implementarse más de una fuente energética en un solo lugar, en base a esto es que existe lo mencionado por (zarco, 2023), pues un nuevo sistema de energía solar que flota en el embalse de la represa Urrá en Colombia demostrará que las represas hidroeléctricas que lidian con niveles fluctuantes de agua pueden combinarse con la generación solar flotante para así aumentar la confiabilidad energética y aumentar la producción.

6.1.3 Energía Biomasa

La formación de biomasa se da a partir de la energía solar mediante fotosíntesis. Las plantas que poseen clorofila transforman el bióxido de carbono (CO₂) y agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y que a su vez son utilizados como alimento para los otros seres vivos. (Naturales, 2018)

6.2 Comparación con Fuentes de Energía No Renovables

6.2.1 Energía Fósil

Las energías fósiles, derivadas de la biomasa de hace millones de años sometida a alta presión y temperatura, aún representan más del 80% del suministro mundial de energía, incluyendo petróleo, gas natural y carbón (Martin y San Martín). Aunque existen fuentes de energía más limpias, las energías fósiles siguen siendo predominantes. Su extracción y uso son altamente contaminantes, contribuyendo significativamente al efecto invernadero, y su agotamiento es inevitable. También la inestabilidad geopolítica en los principales países productores de hidrocarburos es ***una preocupación adicional.***

6.2.2 Energía Nuclear

Dentro de las energías actuales, la Nuclear se puede posicionar como una de las más limpias actualmente, utilizada por diversos países a nivel mundial y muy útil debido a que no genera gases nocivos, evitando así aportar al calentamiento global.

El origen de esta energía es explicado por el Consejo de Seguridad Nuclear Español (CSN, s.f.), siendo esta energía proveniente de “la energía en el núcleo de un átomo”. Los átomos son las partículas más pequeñas en que se puede dividir un elemento químico manteniendo sus propiedades. Dentro del núcleo de cada átomo de cada átomo hay dos tipos de partículas (neutrones y protones) que se mantienen unidas, siendo la energía nuclear la cual se encarga de mantener unidos a los neutrones y protones.

La energía nuclear tiene la capacidad de utilizar la energía generada para convertirla en electricidad, pero para que esto sea posible se debe liberar la energía alojada dentro de los átomos. La energía alojada dentro de los átomos se puede llegar a obtener de dos formas diferentes, siendo estas las siguientes:

Fusión nuclear: Este proceso se asocia a la energía liberada cuando los núcleos de los átomos ligeros se combinan entre sí para formar un núcleo estable más pesado.

Fisión nuclear: En este proceso se utilizan núcleos de átomos más pesados, haciendo incidir neutrones en estos átomos, produciendo que estos se descompusieran en núcleos más pequeños y ligeros que sus predecesores al momento de dar inicio al proceso, esto produce que se libere energía la cual mantiene unidos a los protones y neutrones.

Siendo gracias a estos procesos de Fusión y Fisión nuclear que las centrales nucleares logran generar electricidad, todo esto gracias a que durante estos procesos los átomos pierden un porcentaje de su masa, esta masa se transforma en energía calorífica y en radiación. La energía calorífica que se genera durante los procesos de fusión y fisión se termina por convertir en vapor a altas temperaturas,

el cual es usado para accionar grupos de turbinas/alternadores, con los cuales logran generar energía eléctrica.

7. Análisis general

7.1 Estudio de Casos

Parques Solares en Chile

Los parques fotovoltaicos o parques solares utilizan paneles para alimentar la red eléctrica. (FactorEnergía, 2023). Continuación se muestran algunos parques solares de Chile:

Tabla 2, Parques solares presentes en el territorio nacional

Parque	Ubicación	Potencia	Dimensiones	Impacto	Año construcción
Guanchoi	Región de Atacama	398MW neta	Instalación de 893.508 paneles solares con tecnología fotovoltaica de punta del tipo monocristalina bifacial	1100GWh/año, equivalente a más de 1millon de hogares. Evitando la liberación de 900.000 ton CO2	2021
Gran Teno	Región del Maule	200MW nominal	Instalación de 367.200 paneles solares en 381.7 hectáreas	Energía para consumo de 136.000 hogares. Evitando emisión de más de 147.000 toneladas de CO2 al año	2023
El romero	Vallenar, Atacama	196MW bruta	Instalación de 776.000 módulos fotovoltaicos de silicio policristalino, superficie de captación solar equivalente a 211 campos de	Energía para consumo de 240.000 hogares. Parte de su capacidad va destinada a suministrar al centro de datos de Google en el país. Evita	2016

			fútbol profesionales	anualmente la emisión de 327.242 toneladas de CO2	
Bolero	Sierra Gorda, Antofagasta	146MW bruta	Instalación de 475.000 módulos fotovoltaicos colocados en sistemas de seguimiento, en 500 hectáreas	Energía para consumo de 181.000 hogares	2016
Luz del norte	Copiapó, Atacama	141MW bruta	Instalación de más de 1,7 millones de módulos fotovoltaicos de capa fina de First Solar, en 478 hectáreas de terreno	Energía para consumo de 174.000 hogares. Evita 185.000 toneladas métricas emitidas de CO2 por año	2014-2015

Fuente: Gob.cl, 2024

7.1.1 Aplicaciones Fotovoltaicas en la Industria Minera

La industria minera en Chile enfrenta problemas como escasez de agua, alta demanda energética, impactos ambientales, y desafíos en aceptación social, productividad y condiciones laborales. El estudio “CARPE SOLEM” de Willi Kracht y la Universidad de Stuttgart identifica que la energía solar puede ayudar a enfrentar estos desafíos. Para 2025, se estima una demanda de energía de 39.5 TWh en Chile (60% superior a la actual), requiriéndose una capacidad instalada de 2500 MW, aumentando un 10% la capacidad eléctrica total del país.

Las tecnologías solares actuales pueden satisfacer las demandas energéticas de proyectos mineros a precios competitivos. Dado el abundante recurso solar en estos sitios, esta tecnología es ideal y se espera alcanzar 6800 MW en plantas solares para 2025, posicionando la energía solar como un fuerte competidor en el mercado energético por sus bajos y estables precios en el mercado de la energía. Las minas,

ubicadas a gran altitud y en áreas remotas, pueden beneficiarse de la energía fotovoltaica para cubrir estas demandas energéticas.

En 2016, la minería de cobre en Chile usó 60 m³/s de agua: 73% recirculada, 23% continental y el resto de mar. La ósmosis inversa (RO) usada para tratar agua de mar requiere 3-4 kWh/m³ de electricidad, haciendo a la energía solar fotovoltaica una opción óptima. La energía solar puede electrificar flotas de carga mineras y usar combustibles solares como hidrógeno.

Respecto a la extracción de minerales el diseño de las flotas de carga en minería se basa en la cantidad de mineral, lo que afecta el tamaño de los equipos que suelen funcionar con generadores eléctricos a diésel. La energía solar puede facilitar la electrificación completa de estos equipos y el uso de combustibles solares como hidrógeno, producido por electrólisis del agua. Esto se adapta a la variabilidad de las operaciones mineras y puede incluir almacenamiento en pilas de combustible.

En la concentración de minerales, la molienda representa más de la mitad de la demanda energética. Se estima que para 2025, esta etapa requerirá el 62% de la electricidad total en los procesos mineros del cobre en Chile, debido a la reducción de leyes. En pirometalurgia, procesos como tostado, secado, fundición, refinado a fuego, conminución y flotación son los más intensivos en electricidad. En hidrometalurgia, la lixiviación, extracción por solventes y electroobtención requieren temperaturas de 30-48 °C, siendo útiles las tecnologías de calor solar. Minas como Gaby, El Tesoro y Zaldívar utilizan sistemas solares para generar el calor necesario. La electroobtención, que necesita grandes cantidades de electricidad continua, puede beneficiarse de sistemas fotovoltaicos, evitando la conversión de corriente y el uso de inversores. Según Díaz et al. (2019), la energía solar fotovoltaica y térmica ofrece oportunidades económicas y ambientales beneficiosas para los procesos mineros.

7.1.2 Edificaciones Sostenibles con Energía Solar

La rápida evolución ha permitido a los módulos solares implementarse en diversas áreas, como material constructivo en cerramientos, cubiertas o fachadas de gran

valor visual. La ESFV es el sistema de energías renovables más adecuado para la generación de electricidad en zonas urbanas sin provocar efectos ambientales adversos.

7.1.3 Proyectos de Electrificación Rural con Energía Solar

Una de las aplicaciones menos desarrolladas de la ESFV es su utilización para zonas rurales y explotaciones agrícolas. Esta tecnología ayuda a desarrollar las actividades económicas, incrementar la productividad agrícola sino también para mejorar la calidad de vida de la población rural. (energycity, 2020)

Dentro de los proyectos de electrificación rural se pueden mencionar diversas formas de aplicación, tales como:

- **Telecomunicaciones:** Telefonía rural, vía radio; repetidores.
- **Electrificación en zonas rurales:** Son instalaciones capaces de implementarse en cualquier lugar, están pensadas originalmente para países en desarrollo, en zonas donde la corriente eléctrica no llega.
- **Señalización:** Señales de tráfico luminosas, las cuales alimentan con paneles solares.
- **Alumbrado Público:** Para zonas de difícil acceso para llevar una línea de red eléctrica.
- **Redes VSAT:** Estas son redes privadas de comunicación, las cuales actúan a través de satélites, donde la energía fotovoltaica se utiliza para alimentar las estaciones de dicha red.

7.1.4 Innovaciones Tecnológicas en Celdas Fotovoltaicas

Los paneles solares han evolucionado a grandes pasos y ya se puede hablar de distintas estrategias para producir electricidad a partir de la energía solar. Es probable que ya se vean paneles en lugares antes inimaginables (María Lopez, 2022). Por lo que ahora se presentan diversos ejemplos de innovación en los paneles solares:

7.1.4.1 Granjas Solares Flotantes

Las granjas solares se han convertido en una buena fuente interesante de captación de energía solar a gran escala. Para ello es necesario una porción de terreno abundante, normalmente en zonas desérticas o donde no se puede ni construir ni cultivar. Hay granjas solares por todo el mundo, destacando por su tamaño, el parque solar de Bhadla, en India, con capacidad para 2.245 MW y que ocupa casi 57 Kilómetros cuadrados.

7.1.4.2 Paneles solares integrados en edificios

Su instalación en las azoteas de grandes edificios es cada vez más frecuente, en especial porque les permite reducir la alta factura ocasionada por sus instalaciones o costosos aparatos de climatización.

7.2 Análisis Técnico – Económico

Para expandir el análisis técnico-económico presentado en la memoria "Estudio de Fuentes Energéticas. Aplicación a Energía Solar Fotovoltaica", se pueden considerar aspectos clave relacionados con la viabilidad y rentabilidad de la implementación de sistemas fotovoltaicos. A continuación, se detallan algunos puntos que podrían haber sido abordados en el estudio:

7.2.1 Análisis de Costos de Implementación

En base a información de proveedores de esta tecnología el costo promedio de instalación de paneles fotovoltaicos en Chile tiene una variación considerable dependiendo de factores como la calidad de los componentes, la región en la cual se procederá a la instalación, el tamaño óptimo del sistema y las condiciones específicas del sitio, ya sea geografía, diferencias de altura entre otros puntos relevantes. En términos generales, el costo por metro cuadrado fluctúa entre \$700.000 y \$1.200.000 CLP, con precios que varían según las necesidades del proyecto y la empresa instaladora (Solar Linkers, 2024).

Como ejemplo, para una vivienda de consumo medio, un sistema solar de aproximadamente 3 kWp (cubriendo alrededor de 350 kWh de consumo mensual)

tiene un costo estimado de \$4.600.000 CLP. Para un sistema más grande de 5 kWp (cubriendo unos 600 kWh mensuales), el costo se aproxima a los \$5.800.000 CLP (Helius Solar, 2023). Estos precios incluyen los paneles, inversores y costos de instalación, pero no sistemas de almacenamiento como baterías, cuyo costo aumentaría el total si se incorporan (EnerLife, 2023).

En el contexto de la gran minería en Chile, la implementación de sistemas solares fotovoltaicos ha demostrado ser una opción económicamente viable, considerando los altos costos de energía en operaciones de gran escala. Como se mencionó a lo largo del texto, los costos de instalación de estos sistemas han disminuido significativamente, lo que ha facilitado su incorporación en faenas e industrias. En 2023, el precio de los paneles solares alcanzó aproximadamente un precio de 142 USD por kWp, y en 2024 se estima que el precio se reduzca a unos 128 USD por kWp. Este tipo de tecnología es clave en función de reducir los costos operacionales y contribuir a la descarbonización de la matriz energética de las compañías mineras. Además, se presentan opciones de financiamiento verde que permiten a las empresas mineras ejecutar estos proyectos sin requerir una alta inversión inicial, utilizando los ahorros energéticos para cubrir los costos a largo plazo (Proenergía, 2024; Informe de Expertos, 2024).

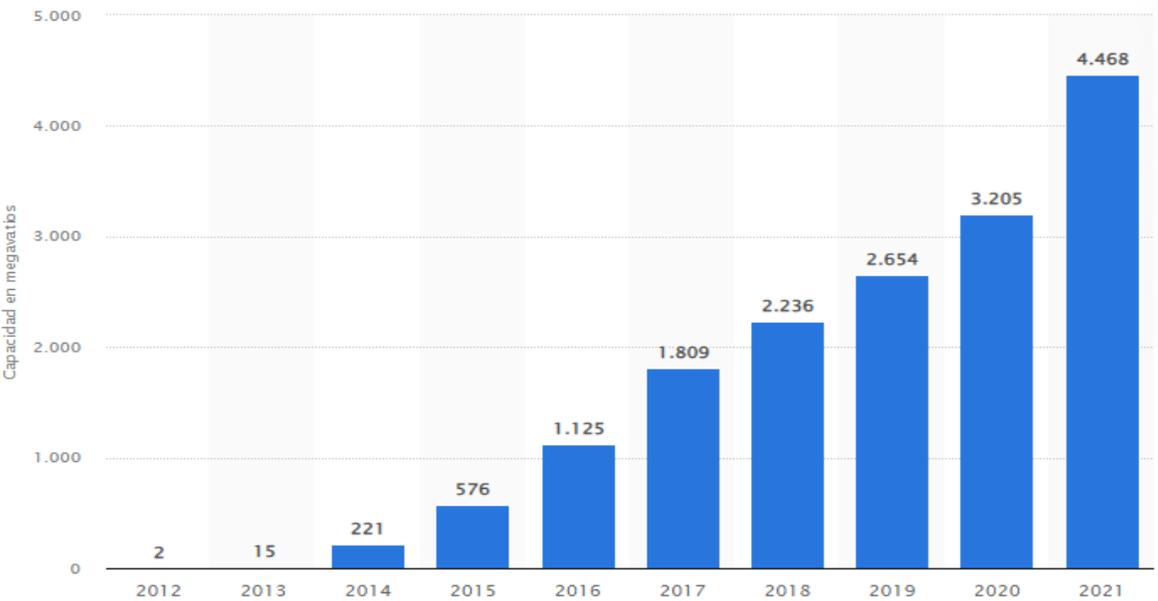
7.3 Análisis de Generación de Energía

Dentro de Chile, en los periodos comprendidos entre los años 2021 a 2022, un estudio realizado por la organización EMBER, el cual arrojó que por primera vez las energías eólica y solar superaron al carbón en la generación eléctrica durante un periodo completo de 12 meses.

La energía solar y eólica generaron un 27.5% de la electricidad de Chile, superando al carbón, el cual generó un total de 26.5% de la energía de Chile. Además, desde el año 2016 el aumento de la demanda energética en Chile se ha cubierto completamente por las energías eólica y solar, junto a que se obtuvo una reducción de un 6% entre los años 2016 a 2021 de emisiones a pesar de tener un aumento en la demanda general en un 11% en el mismo periodo (Bruce-Lockhart, 2022).

A continuación, se presenta una tabla en la cual se presenta la capacidad instalada dentro de Chile en el periodo comprendido entre el año 2012 a 2021 sobre la energía solar, demostrando así la gran inserción que dicha energía ha tenido dentro del país tanto para alimentar procesos mineros como para apoyar el consumo de las ciudades dentro de Chile.

Ilustración 2, Adaptado de "capacidad instalada de energía en Chile de 2012 a 2021"



Fuente: Statista, 2022

7.4 Matriz Energética Chilena

Antes de comenzar a hablar de la matriz energética de un país, primero se debe definir esta y su gran relevancia en los temas energéticos que competen, por lo que se entrega una definición de esta de la mano de (García Bernal, 2021) y la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN), los cuales definen una matriz energética como una radiografía del balance del consumo de energía desde distintas fuentes dentro de un periodo de tiempo, de esta forma, existen matrices primarias y secundarias, que se diferencian según sus recursos estén procesados o en estado natural.

En base a esto, ahora se procede a hablar sobre la matriz energética de Chile, la cual se divide en tres diferentes puntos, siendo estos los presentados a continuación:

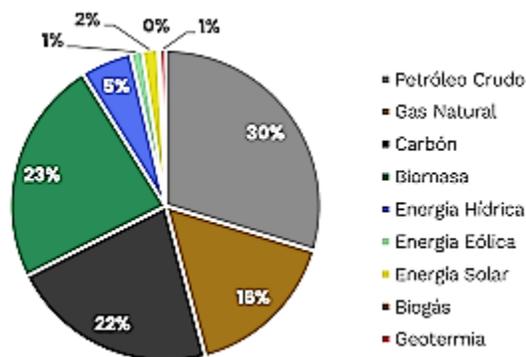
7.4.1 Matriz Energética Primaria

Según el Ministerio de Energía, se entiende por energía primaria a aquella obtenida por fuentes desde su estado natural, esto se traduce como, fuentes que no han sufrido algún tipo de transformación ya sea esta física o química por intervención humana.

Entonces, se puede comprender una matriz energética primaria a una muestra de la participación que entregan las fuentes energéticas directamente del recurso natural en el consumo total, mostrando así el comportamiento de la demanda por energía dentro de un instante de tiempo determinado. Para el año 2019, y de acuerdo con el Ministerio de Energía, la matriz energética primaria en Chile ascendió a 345.647 Tera calorías (Tcal).

Dentro de la matriz Energética primaria los recursos fósiles concentran la mayor parte, representando el 68% del total, el cual corresponde a la suma del petróleo crudo (30%), carbón mineral (22%) y gas natural (16%), mientras que las que poseen menor participación son la proveniente de la biomasa (23%), la energía de origen hídrico (5%), solar (2%) y eólica (1%).

Ilustración 3, Matriz energética primaria en Chile



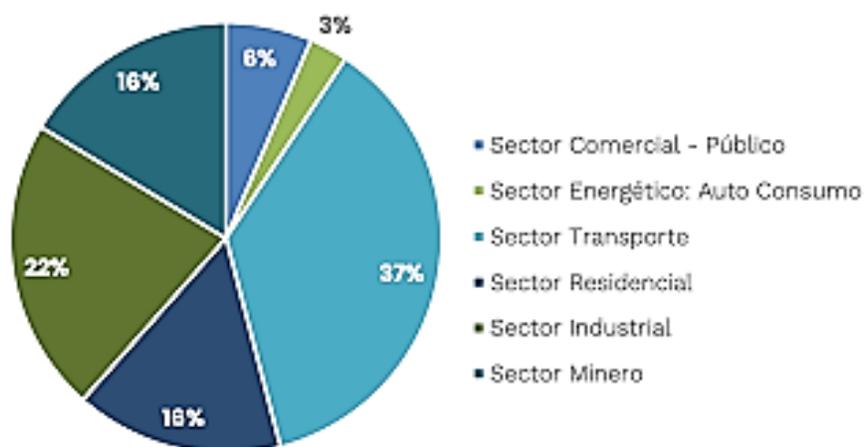
Fuente: BCN, 2019

7.4.2 Matriz Energética Secundaria

La matriz energética secundaria corresponde a los productos obtenidos por medio de la transformación de energía de origen primario i de otras fuentes secundarias. Así, el Ministerio de Energía de Chile clasifica las fuentes de energía secundarias consideradas para el balance energético según la fuente primaria de su origen, siendo estas las siguientes: electricidad, productos petroléos secundarios, derivados del carbón, derivados de biomasa o biocombustibles.

La matriz secundaria muestra la participación que poseen los energéticos dentro del consumo final de energía, esto incluye a los energéticos producidos a partir de la transformación de los primarios, como también aquellos que pueden ser objeto de consumo final, como es el caso del gas natural y la biomasa (Deloitte, 2016).

Ilustración 4, Consumo final de energía en Chile por sector de actividad económica



Fuente: BCN, 2019

7.4.3 Balance Nacional de Energía (BNE)

Dentro de los datos extraídos del Balance Nacional de Energía se pueden encontrar representadas tanto la matriz principal como secundaria. El BNE corresponde a un informe de tipo estadístico, el cual busca contabilizar la oferta total de energía disponible de un país dentro de un periodo de año calendario, con el que se cuantifica el consumo de los principales sectores de la economía nacional.

7.4.4 Matriz Eléctrica en Chile

En Chile los sistemas eléctricos se organizan, principalmente, bajo el denominado Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el cual tiene su origen el 21 de noviembre del año 2017 tras la conexión del Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Ahora, el SEN cuenta con una longitud que alcanza los 3.100 Km al abarcar desde la ciudad de Arica por el norte, hasta la Isla de Chiloé en el sur, teniendo una cobertura del 98.5% de la población nacional.

Al estar de la mano con el SEN, este cuenta con dos sistemas aislados: el Sistema de Aysén (SEA) que produce electricidad para abastecer la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y el Sistema de Magallanes (SEM), el cual abastece las Regiones de Magallanes y de la Antártica Chilena.

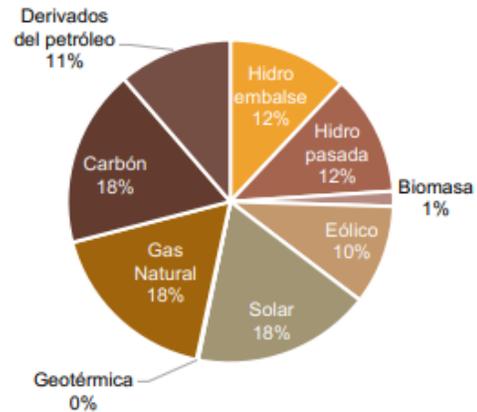
7.5 Capacidad Instalada

El reporte de la Asociación de Generadoras de Chile del mes de agosto del año 2021 entrega ciertos datos como, al mes de julio del mismo año, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) contaba con una potencia instalada de generación equivalente a un total de 28.495 MW, los cuales corresponden a más del 99% de la capacidad instalada nacional.

Del total de la capacidad instalada en el SEN, el 53.3% corresponde a tecnología de generación en base a recursos renovables, esto corresponde a, elementos de origen hidroeléctrico, ESFV, biomasa y geotermia. Mientras que el 46.7% restante corresponde a centrales termoeléctricas a gas natural, carbón o derivados del petróleo.

Ilustración 5, Capacidad instalada (MW) en Chile según tipo de energía, al mes de julio del año 2021

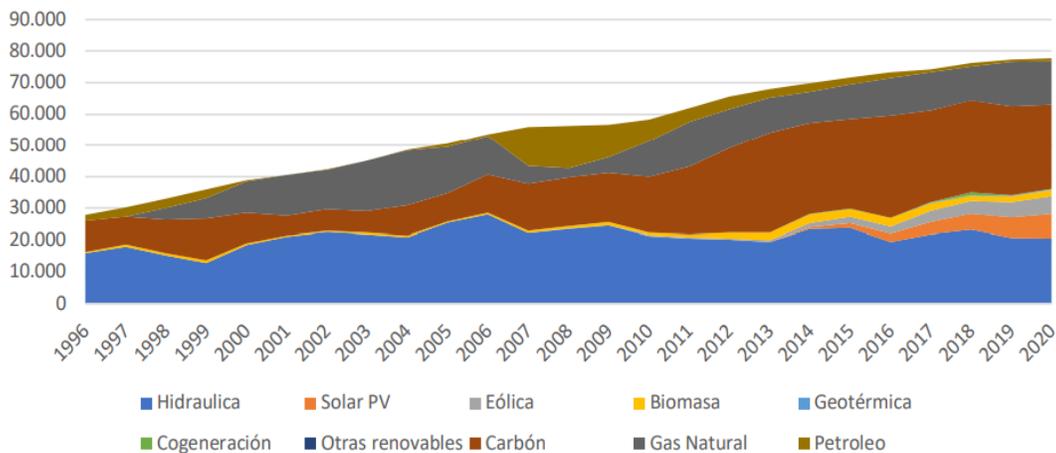
Tipo de energía	Capacidad Instalada [MW]	Participación Relativa [%]
Renovable	15.198	53,3%
Hidro-embalse	3.395	11,9%
Hidro-pasada	3.435	12,1%
Biomasa	430	1,5%
Eólico	2.835	9,9%
Solar	5.058	17,8%
Geotérmica	45	0,2%
No renovable	13.297	46,7%
Gas Natural	5.016	17,6%
Carbón	5.064	17,8%
Derivados del petróleo	3.217	11,3%
Total	28.495	100,0%



Fuente: BCN, 2021

En base a todos los datos recopilados dentro de un amplio periodo de tiempo, es que a continuación se muestra un periodo comprendido entre los años 1996 a 2020, el cual muestra que históricamente la generación eléctrica en Chile se sustentó en base al carbón, gas natural y fuentes de origen hídrico. No es hasta el año 2012 que se logra evidenciar un aumento considerable de generación basada en energías como eólica, solar y biomasa.

Ilustración 6, Generación histórica de los sistemas SIC y SING y posterior interconexión en el SEN



Fuente: BCN, 2021

7.6 Fuentes de generación de la matriz eléctrica de Chile

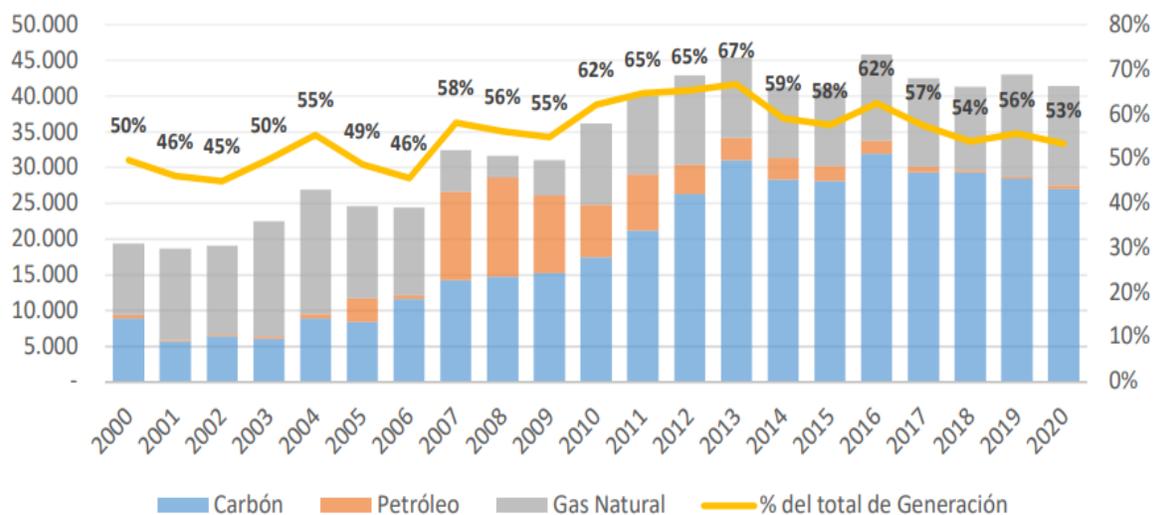
A continuación, se presentan cifras extraídas de la BCN, sobre fuentes de generación de la matriz eléctrica de Chile, siendo estas de origen hidráulico, fósil y solar, los cuales constituían el 19.4%, 58.8% y 10.9% respectivamente, en un acumulado hasta el mes de julio del año 2021.

7.6.1 Fósil

Dentro de las centrales térmicas convencionales se produce electricidad a partir de combustibles fósiles como el carbón, derivados del petróleo o gas natural.

En la ilustración (N° de ilustración) presentada a continuación se muestra que la generación de electricidad en base a combustibles fósiles ha tenido una participación que de manera histórica ha generado oscilaciones entre el 45% y 67% del total, siendo el mayor aporte es producido por las centrales a carbón, seguidas por las que consumen gas natural y en menor cantidad las petroleras.

Ilustración 7, Generación de electricidad en base a combustibles fósiles (GWh), 2000-2020



Fuente: BCN, 2021

7.6.2 Solar

Se entiende por energía solar a aquella de un origen renovable la cual utiliza la radiación electromagnética proveniente del sol. En Chile, la zona norte posee la mayor incidencia solar del mundo, principalmente en el desierto de Atacama (Generadoras, 2021). La generación solar se puede realizar mediante dos tipos de tecnología: los sistemas fotovoltaicos (PV) y los sistemas térmicos; de los cuales Chile sólo cuenta con acumulación de energía en sales fundidas, otorgando un factor de planta cercano al 100%.

A continuación, se muestra un gráfico, el cual muestra el aumento registrado de la generación de electricidad en base a energía solar. Como se observa, al año 2020 esta energía contribuye con el 10% de la generación total del país.

7.6.3 Hídrico

Según los datos recopilados por (García Bernal, 2021), datos extraídos de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, la hidroelectricidad es una fuente de energía de origen renovable, la cual aprovecha la energía potencial del agua cuando esta se encuentra a una altura superior con respecto a un punto de descarga. Esta se caracteriza por ser una energía limpia al no emitir contaminantes además de ser de origen local, por lo que de esta manera se evita la dependencia de fuentes de energía importadas. En Chile, a julio del año 2021, se registraron 6.839 MW de capacidad instalada, lo cual equivale a cerca del 24% de la capacidad instalada total.

Según (García Bernal, 2021), el estudio de cuencas del Ministerio de Energía del año 2021 demostró que en Chile existía un potencial hidroeléctrico de 15.938 MW.

Los recursos para el año 2006 llegaron a representar el 52% del total de la generación, al aportar con 28.034 GWh al sistema, posterior a esto se registró un descenso de este porcentaje, registrando un 27% para el año 2020.

*Ilustración 8, Capacidad instalada hidroeléctrica de Chile a diciembre de 2019.
Unidades en MW*

	Hidráulica de pasada (MW)	Hidráulica de embalse (MW)	Total hidroeléctrico (MW)	Total (MW)	Participación energía hidroeléctrica (%)
SEN	3.301	3.355	6.656	23.860	27,9%
SEA	23	0	23	60,28	37,6%
SEM	0	0	0	107	0%
Total	3.324	3.355	6.679	24.029	27,8%

Fuente: BCN, 2021

7.7 Estudio de Costos Operativos y Mantenimiento

Los costos energéticos representan el 25-30% de los costos operativos mineros, y la energía solar puede mantener estos costos por debajo de 100 USD/MWh. Dado el alto consumo energético para el transporte de agua de mar, que incrementa los costos a 6 USD/lbCu (de los cuales 10 USD/lbCu son producto de los costos de operación y 6 USD/lbCu son la inversión analizada respecto al uso de agua continental), la energía solar puede ser una solución eficaz. Se proyecta que para 2026, el 50% del agua minera será de mar y las concentradoras consumirán el 80% del agua dulce. La energía solar puede reducir el consumo de agua al alimentar la desalación y disminuir la evaporación (Díaz, y otros, 2019).

En Chile, el costo de mantenimiento de una planta fotovoltaica depende de factores como el tamaño del sistema y las actividades incluidas en el plan de mantenimiento. Por lo general, el costo anual de mantenimiento oscila entre el 1% y el 2% del costo inicial del sistema. Esta fase incluye tareas como la limpieza periódica de los paneles y revisiones preventivas que pueden aumentar la vida útil de los paneles del sistema en aproximadamente un 20%. Además, algunas empresas ofrecen servicios especializados los cuales utilizan tecnologías avanzadas como cámaras termográficas para detectar fallas tempranas. Estos servicios pueden costar entre \$10.000 y \$15.000 CLP mensuales por cada kWp instalado (Norte y Energía, 2023).

7.8 Evaluación de Beneficios Económicos

A nivel mundial existe un acuerdo, el cual busca un camino en dirección al objetivo de cero emisiones netas para el año 2050, siendo este plazo un poco corto y difícil de conseguir, pues también traería consigo enormes beneficios según se expone en los informes preliminares generados por la IEA (Agencia Internacional de Energía), 2021.

El informe de la IEA es un estudio integral del mundo el cual habla sobre cómo realizar la transición hacia un sistema de energía neta cero para el año 2050 a la par de garantizar un suministro de energía estable y asequible, brindando acceso universal a la energía y lograr un crecimiento económico sólido. Dentro de todo se establece un camino de manera rentable y económicamente productivo, dando esto como resultado una economía limpia, dinámica y resiliente, dominada por energías renovables como lo son la solar, Eólica y dejar atrás a los combustibles fósiles.

A corto plazo la IEA plantea pasos necesarios para lograr el Neto Cero, el cual requiere del despliegue inmediato y masivo de todas las tecnologías energéticas limpias y eficientes disponibles, todo esto combinado con un gran impulso global para acelerar la innovación. El camino requiere adiciones anuales de ESFV para llegar a 360 Gigavatios para el año 2030, siendo estos valores cuatro veces el nivel récord establecido en el año 2020.

En el entorno de aumento de los precios de combustible y la electricidad en el año 2021, la ESFV distribuida se convirtió en una alternativa cada vez más atractiva para los consumidores, esto provocó un aumento de la inversión. La ESFV a gran escala aún se mantiene como la fuente más competitiva de generación de energía fotovoltaica a nivel mundial; sin embargo, la construcción de estas grandes plantas solares se vuelve cada vez más desafiante, esto debido a la falta de espacios suficientemente grandes para poder instalar las plantas que se requieren (IEA, SOLAR PV, 2022)

7.9 Análisis de Retorno de la Inversión (ROI)

El ROI más común de los sistemas fotovoltaicos presentes en Chile se alcanza entre los 6 y 10 años, esto es dependiendo de la ubicación geográfica y el tamaño del sistema. En la región donde se encuentra ubicado el Desierto de Atacama, presenta una irradiación solar excepcionalmente alta, lo que incide en que el tiempo de retorno puede ser más corto debido a la mayor producción de energía (IRENA, 2022). Además, como se mencionó con anterioridad, con una vida útil esperada de más de 25 años y costos de mantenimiento anuales relativamente bajos, equivalentes al 1%-2% del costo de instalación, los proyectos fotovoltaicos generan ahorros a largo plazo y un flujo de caja positivo tras alcanzar el punto de equilibrio (Norte y Energía, 2023).

7.10 Comparación con Otras Fuentes de Energía

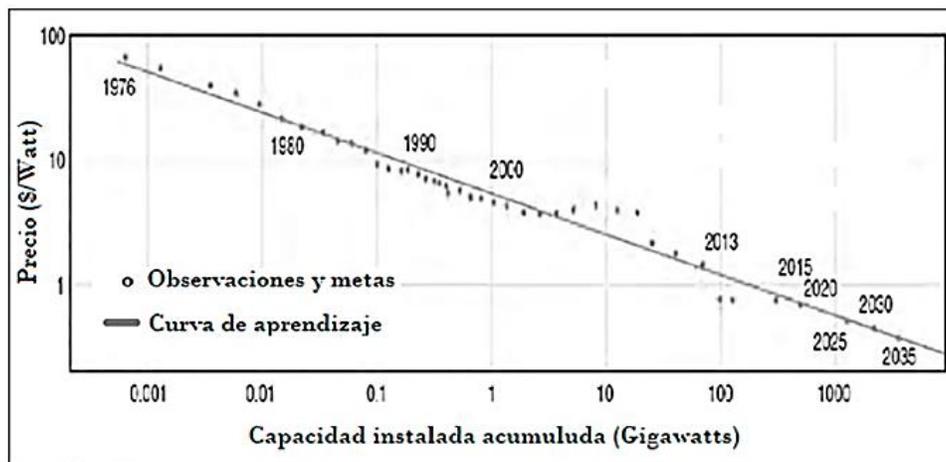
Existen diversas fuentes de energías, dentro de estas diversas fuentes se encuentra la energía solar fotovoltaica, la cual se encarga de generar electricidad en base a la radiación solar, siendo una de las fuentes de energía más limpias ya que solo necesitan luz solar para poder generar la electricidad, volviéndola una fuente de energía de alto valor en el mercado, aunque no es la única que posee un margen de crecimiento amplio o la más utilizada a nivel mundial, pues se necesitan muchos puntos a evaluar para poder obtener una comparación correcta, como aspectos de disponibilidad, costos, impactos ambientales y las ventajas y desventajas propias de cada fuente de energía. En base a esto se realiza un análisis comparativo de los puntos fuertes de las fuentes de energía para dar mayor claridad a este aspecto.

8. Perspectiva Global

Basándose en lo mencionado por (EnergíaEstrategica, 2024), la perspectiva del mercado global anual de energía solar 2024 – 2028 de Solar Power Europe revela que, en el año 2023 las instalaciones totales anuales presentaron un crecimiento del 87% con respecto al año anterior. El año 2023 trajo consigo 447 GW (GigaWatts) de nueva energía solar en comparación con los 239 GW que se instalaron en total en el 2022, lo que muestra un alza en la capacidad global a 2.6 TW.

En base a lo ya mencionado cabe destacar también, que “la energía solar en el año 2023 parecía tener un panorama prometedor junto a otras fuentes energéticas. De acuerdo con el informe “Renovables 2022” de la Agencia Internacional de Energía (AIE), la crisis energética global ha acelerado la expansión de las energías cero emisiones en el mundo, sobre todo la fotovoltaica” (Enlight, 2023). De acuerdo con el informe de la AIE, se espera que la capacidad renovable mundial aumente alrededor de 2.400 GW entre los años 2022 y 2027, todo esto según el pronóstico principal de la AIE; casi un 75% más de lo que se tiene registrado y o equivalente a toda la capacidad de energía instalada en China.

Ilustración 9, Evolución del costo del Watt pico Fotovoltaico desde 1975 y proyectado hasta 2035.



Fuente: W. Rickerson, 2014

Uno de los cuestionamientos sobre la producción de energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos es la fluctuación de la radiación solar a lo largo del día, lo que causa variaciones en la potencia generada (Morales Acevedo, 2024). Una solución a corto plazo propuesta por Morales Acevedo es almacenar la energía generada en baterías antes de inyectarla a la red, lo que permitiría mantener niveles de voltaje y corriente casi constantes y estabilizar el suministro a la red eléctrica.

En cuanto a la perspectiva económica global hacia 2026, Solar Power Europe señala que, aunque es difícil de predecir debido a factores como la guerra de Ucrania, se espera una fuerte demanda de energía solar entre 2023 y 2026. Esta

tecnología ofrece beneficios como cobertura de precios y seguridad energética a nivel nacional e individual (ReviewEnergy, 2022).

8.1 Tendencias Globales de Energía Solar Fotovoltaica

Las tendencias que se han podido observar a nivel mundial con respecto a las energías ha mostrado que la energía solar fotovoltaica nos muestra un rápido crecimiento y desarrollo de esta tecnología con el paso del tiempo. Siendo una tendencia fija la notable caída de los costos de instalación y de producción de los módulos fotovoltaicos, lo que ha permitido a la energía solar volverse más competitiva frente a fuentes de energía más tradicionales. Desde el año 2010, los costos de los sistemas fotovoltaicos han disminuido en un 80%, impulsados por avances en la eficiencia de las celdas solares y económicas de escala en la fabricación (IRENA, 2022).

Dentro del mercado global de energías está viendo un crecimiento en el uso de sistemas solares sumados a la utilización de almacenamiento de energía, lo cual genera un amejora dentro de la estabilidad del suministro, permitiendo a su vez la integración de energía solar en las redes eléctricas de una forma más eficiente (IEA, 2023). Dentro de los nuevos procesos se logra vislumbrar una tendencia como lo es la proliferación de acuerdos sobre compra de energía (Power Purchase Agreements o PPAs), permitiendo así a las empresas el poder asegurar un suministro a largo plazo de energía solar a precios fijos, aumentando así la predictibilidad del retorno de la inversión (IRENA, 2021).

Como último punto, se tiene que la digitalización y el uso de la inteligencia artificial están facilitando el monitoreo y el mantenimiento de los sistemas solares, lo cual incrementa la eficiencia operativa y logra extender la vida útil de las instalaciones (BloombergNEF, 2023).

8.2 Impacto de La Energía Solar en la Transición Energética

En los últimos años, la transición energética ha sido un tema bastante recurrente en debates acerca del desarrollo de Chile, Dándose a entender que es una importante

transformación a corto y largo plazo. Sin embargo, hace falta un análisis más profundo sobre las implicaciones y oportunidades que una transición energética bien planificada ofrece a un país con ventajas comparativas evidentes en generación renovable. Durante el año 2023, el 37% de la energía en Chile provino de fuentes de energías renovables no convencionales (Astorga Hering & Girardi Benavente, 2024).

Siguiendo con lo planteado por (Astorga Hering & Girardi Benavente, 2024), al hablar de productividad se hace referencia a la eficiencia, la tecnología y la especialización técnica, es decir, la capacidad de generar mayor producción con menos recursos. En sectores clave de la economía, pudiendo impulsar de esta manera la transformación y competitividad a nivel nacional e internacional. Las políticas que promueven la productividad en sectores estratégicos pueden llegar a modificar la estructura productiva hacia áreas con mayor complejidad económica y potencial de desarrollo a largo plazo. La transición energética no solo es esencial para la sostenibilidad ambiental, sino también puede ser una palanca fundamental para dinamizar la economía y acelerar la transformación del país. La implementación de tecnologías limpias y la modernización de la infraestructura energética pueden mejorar la eficiencia en diversos sectores, generar empleos de calidad y atraer nuevas inversiones, contribuyendo así a superar el estancamiento productivo.

Ahondando más en el tema, en el año 2021 Chile presentó a la COP26 su Estrategia Climática de Largo Plazo, todo esto solo con el fin de alcanzar la Carbono Neutralidad para el año 2050. Dicha estrategia contemplaba una combinación entre mitigación de diferentes sectores productivos y captura de emisiones, con un foco particular en la descarbonización y el sector forestal. Para abordar este objetivo, el Ministerio de Energía planteó tres posibles escenarios de transición hacia energías renovables (Astorga Hering & Girardi Benavente, 2024).

Dentro de todas las energías, la energía eólica y solar han representado un ingreso masivo al sistema eléctrico Chileno desde el año 2013, "transformando completamente la matriz energética del país", y además, en un periodo de 10 años

la capacidad instalada de energía solar pasó de 8 megawatt (MW) a más de 9.000. Es más, se proyecta que para el año 2024, la capacidad instalada renovable supere los 29.000 MW con una inversión de más de 30 mil millones de dólares en la última década (Montoya, 2024).

Según (Astorga Hering & Girardi Benavente, 2024), en Febrero del año 2024 se publicó un reporte anual respecto a Chile del FMI (Fondo Monetario Internacional), en el cual se estiman mejoras sustanciales en la productividad agregada y, por lo tanto, en la modernización del país ante un reemplazo total de la generación a carbón por fuentes solares y eólicas de manera drástica. El organismo estimó que reemplazar la energía del carbón por las energías solares y eólicas logrará generar un aumento del nivel del PIB a largo plazo en al menos un 1%, mejorando de esta manera la resiliencia económica frente a las fluctuaciones de precios de los combustibles fósiles.

8.3 Cooperación Internacional en Energía Solar

Chile ha sido uno de los principales beneficiados de la cooperación internacional, en comparación a latinoamérica. Siendo a través de asociaciones con instituciones financieras tales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el país ha recibido financiamiento para impulsar y desarrollar proyectos solares a gran escala, tales como la planta solar Cerro Dominador, la cual es la primera planta termosolar de América Latina (BID, 2021). Además, Chile participa en iniciativas internacionales como la Alianza Solar Internacional, la cual es un esfuerzo conjunto para promover la adopción de tecnologías solares en países con alto potencial solar (IRENA, 2022).

En un contexto global, la cooperación llevada a cabo entre Europa y África ha sido clave para impulsar y desarrollar proyectos solares en zonas con acceso limitado a energía. Una de estas iniciativas es llamada *Desert to Power Initiative*, la cual está liderada por el Banco Africano de Desarrollo, con el fin de buscar transformar el desierto del Sahara en una fuente de energía renovable para abastecer a millones

de personas con problemas energéticos, mostrando el ejemplo más claro de colaboración transcontinental en energía solar (African Development Bank, 2021).

En Asia, India se ha convertido en un actor fundamental en la cooperación internacional en energía solar aportando su liderazgo en la Alianza Solar Internacional. Siendo este organismo multilateral el cual cuenta con la participación de más de 120 países que buscan movilizar más de un billón de dólares para financiar proyectos solares y facilitar el intercambio de conocimientos y tecnología entre sus miembros (IRENA, 2022).

8.4 Comparativa de Políticas Energéticas

En Chile, las políticas energéticas se enfocan en aprovechar e impulsar su enorme potencial en energías renovables, siendo principalmente la energía solar y energía eólica. Según, La Estrategia Nacional de Energía 2050 establece que el 70% de las matrices energéticas deben provenir de fuentes renovables para ese año (Ministerio de Energía, 2022). Además, en Chile se ha desarrollado una legislación innovadora, como la Ley de Netbilling, que incentiva a pequeños generadores a vender sus excedentes de energía a la red. De la misma manera el país también ha fomentado la inversión en hidrógeno verde, considerando su potencial para convertirse en líder exportador global (IRENA, 2021).

En comparativa, el panorama en Europa, la Unión Europea ha adoptado una política energética más agresiva con el Green Deal, teniendo como objetivo el alcanzar la neutralidad de carbono para 2050. Los países miembros de la Unión Europea cuentan con mecanismos para fijar los precios del carbono, como los sistemas de comercio de emisiones, que generan un incentivo económico directo para reducir las emisiones de CO₂ (European Commission, 2020). En Alemania, por ejemplo, ha implementado la ley de Energiewende, la cual busca como objetivo fomentar la transición hacia energías renovables mediante subsidios directos, dando objetivos anuales de reducción de carbono, sumando la desinversión en combustibles fósiles (Agora Energiewende, 2022).

Estados Unidos, por su parte, trabaja bajo la Ley de Reducción de la Inflación (IRA), la cual ha priorizado incentivos fiscales y facilitando créditos directos para la instalación de energías renovables, además de invertir en infraestructura para redes inteligentes y de almacenamiento de energía (U.S. Department of Energy, 2023). Aunque estas políticas varían según las legislaciones del estado en el cual se encuentre.

A nivel global, la tendencia más común es el incremento en el uso de mecanismos financieros para agilizar la transición energética, sea mediante el comercio de carbono en Europa o los créditos fiscales en Estados Unidos. No obstante, Chile se destaca por su enfoque en aprovechar dado a su geografía la radiación solar y viento, además de posicionarse como exportador de energías limpias en el futuro. Mientras que en Europa se enfoca en la descarbonización acelerada, y en Estados Unidos el foco se centra en la resiliencia energética y la competitividad industrial.

8.5 Innovación y Tecnología en Energía Solar

En Chile, uno de los avances más relevantes es la instalación de plantas solares de gran tamaño en el Desierto de Atacama, donde la radiación solar se presenta como una de las más altas del mundo. Estas condiciones permiten que las tecnologías fotovoltaicas funcionen con una eficiencia superior, logrando el desarrollo de proyectos como la planta solar Cerro Dominador, la cual combina energía solar fotovoltaica con la energía termosolar para generar una producción energética más estable y continua (Ministerio de Energía, 2022). Además, en Chile se han implementado sistemas de monitoreo con inteligencia artificial los cuales generan una gran mejora del rendimiento de las celdas solares y reducen los costos de mantenimiento (Norte y Energía, 2023).

A nivel global, la innovación ha estado marcada por el desarrollo de nuevas tecnologías en la elaboración de las celdas fotovoltaicas, como las celdas de perovskita, que prometen ser más baratas y eficientes que las celdas de silicio las cuales son las utilizadas. Esta tecnología ha mostrado un progreso rápido en términos de eficiencia y durabilidad, lo que podría impactar de sobremanera en el

mercado solar en los años venideros (BloombergNEF, 2023). A su vez, países como China y Estados Unidos lideran la implementación de paneles bifaciales (que capturan luz por ambos lados), logrando aumentar la producción energética en hasta un 30% en comparación con los paneles tradicionales (IRENA, 2022).

9. Discusión y Conclusiones

9.1 Análisis de Resultados

En base a todo el desarrollo de este proyecto y a la información recopilada se puede demostrar el potencial y la factibilidad que posee la energía solar fotovoltaica (ESF). Pues esta es una energía limpia, no produce ningún tipo de gas de efecto invernadero por lo que no influye en el calentamiento global, es una tecnología la cual genera electricidad mediante única y exclusivamente la luz solar. Los costos de producción se han visto reducidos en gran medida con el paso del tiempo como lo menciona (IRENA 2021) la cual muestra como los costos de esta energía en un periodo de 10 años se redujeron de 4.731USD/KW a 883 USD/KW, siendo este un cambio porcentual del 81%, la más alta registrada por el estudio realizado por IRENA en energías renovables y así también dentro de las matrices energéticas de los países se puede ver reflejado el interés de los países al ir cambiando los combustibles fósiles por energías renovables con el paso del tiempo en función de una matriz energética más verde.

La ESF es una tecnología cuya aplicación se da en lugares donde se presenta una alta radiación solar pues esta necesita de la luz solar para poder producir energía, esto se ve relacionado con los proyectos mineros, pues muchos de estos están emplazados en lugares que cumplen con las mismas características que la ESF, lugares aislados, áridos(en algunas ocasiones) y de alta radiación solar lo cual hace a la ESF la fuente limpia más factible y económicamente rentable para introducir en los procesos mineros, pues esta puede entregar energía para aquellas máquinas eléctricas o para alimentar los equipos utilizados para el tratamiento de los minerales ya sea en hidrometalurgia o pirometalurgia, además al encontrarse en lugares aislados la escasez de agua es notoria y es ahí también donde la ESF puede

influir para cubrir los costos energéticos de plantas desalinizadoras y las cañerías por donde será bombeada el agua hasta las faenas, como se mencionó en el estudio Carpe Solem, mostrando así la factibilidad y potencial de aplicabilidad de esta tecnología para alimentar de energía a las faenas mineras. También cabe mencionar que se espera que en un futuro no muy lejano la necesidad de recursos no metálicos sea mayor en los procesos mineros, lo cual generará un aumento exponencial en la demanda de estos recursos tanto en la minería como en los avances tecnológicos a nivel mundial.

9.2 Consideración de Limitaciones

La implementación de energía solar fotovoltaica depende de varios factores, como radiación solar, capital, soporte tecnológico e institucional, aceptabilidad social, problemas geográficos, dificultades medioambientales o incluso restricciones arquitectónicas al momento de elegir el lugar en donde se busca contruir los paneles solares. La disponibilidad de espacio en los tejados y la accesibilidad solar son cruciales para este tipo de aplicaciones en las ciudades y en zonas rurales, Pues por condiciones técnicas, sociales o políticas, para el uso de estos espacios se puede visualizar la ciudad como una planta de energía fotovoltaica. La energía suministrada por un sistema fotovoltaico está estrechamente vinculada con el espacio disponible para la colocación de las placas pues a mayor cantidad de módulos mayor será la cantidad de energía que estos puedan generar en base a la luz solar obtenida. En base a todo lo mencionado, la principal barrera para su integración a gran escala es la intermitencia solar y la necesidad de prever redes eléctricas con flujo bidireccional, así como centrales de distribución acondicionadas capaces de cubrir la necesidad de la planta. (SCIELO, 2019).

9.3 Relevancia de los Resultados

Dentro de las fuentes renovables, la ESFV es la segunda de mayor crecimiento a nivel mundial después de la eólica y casi a la par con la energía relacionada al mar, es por esto que muchos países invierten grandes cantidades de dinero para poder realizar parques solares y complejos a lo largo de todo el mundo, cada uno más grande que el anterior, y todo esto gracias a que la ESFV es una energía la cual es

altamente rentable pues cada año la innovación en esta aumenta, haciendo de esta manera que los equipos sean de mayor duración y que tengan la capacidad de generar mayor electricidad en el mismo espacio, también se pueden crear cada año materiales de mejor calidad y cada vez a un menor costo, por lo que la relación precio/calidad es lo bastante óptima como para que los países inviertan en esta para abastecerse de electricidad.

La ESFV también puede utilizarse en procesos mineros, pues las empresas mineras que poseen parques solares para alimentar sus faenas utilizan la ESFV para alimentar equipos de carga eléctricos como camiones tolva o buses para el transporte del personal de la faena, también puede utilizarse esta energía para los procesos que más consumen energía eléctrica dentro del procesamiento de los minerales como la conminución o los procesos de hidrometalurgia y pirometalurgia, incluso la electricidad que esta fuente de energía genera se puede utilizar para los procesos de desalinización de agua de mar, pues con la escasez de agua dulce para los procesos mineros estos deben utilizar agua de mar y además de procesarla también se debe transportar hasta las faenas lo cual también necesita de energía para poder bombear el agua por extensas cañerías, de este modo se va desplazando el uso de energías de origen fósil, lo cual tiene una enorme repercusión positiva a nivel medioambiental.

Una de las razones para implementar la ESFV en los procesos mineros es la gran radiación solar que se presenta casi siempre en los lugares donde están emplazados los proyectos mineros, siendo así la opción más factible. Es de gran importancia identificar como estas matrices energéticas y eléctricas de diversos países, muestran como su composición energética ha ido modificándose hacia el camino de las energías renovables, no todos crecen a la misma velocidad, pero si muchos están dispuestos a avanzar hacia las energías renovables como lo muestra el apartado de matriz energética en donde se utilizaron cinco países (Chile, Argentina, Perú, Bolivia y como caso especial Australia) para demostrar cómo todos estos están dejando atrás paulatinamente los combustibles fósiles que generan energía por tantos años.

10. Bibliografías

(s.f.). *Fuentes de energía*. IES Villalba Hervás. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/09/fuentes-energia_combustibles-fosiles.pdf

3 amper. (21 de junio de 2017). *3amper energía reovable*. Obtenido de 3amper energía reovable: <https://3amper.com/blog/2017/06/21/la-verdadera-potencia-de-los-paneles-solares/>

Acciona. (s.f.). *Acciona*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022, de Acciona: https://www.acciona.cl/proyectos/planta-fotovoltaica-romero-solar/?_adin=02021864894

Acciona. (s.f.). *acciona*. Recuperado el 18 de septiembre de 2022, de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/?_adin=02021864894

acciona. (s.f.). *acciona*. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de acciona: https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?_adin=02021864894

Actis, A. (15 de octubre de 2022). *lapoliticaonline*. Obtenido de lapoliticaonline: <https://www.lapoliticaonline.com/espana/politica-es/la-transicion-verde-multiplica-los-proyectos-para-la-extraccion-de-minerales-en-espana-con-la-concesion-de-mas-de-500-licencias/>

African Development Bank. (2021). *Desert to Power Initiative: Powering Africa's Future with Renewable Energy*. Recuperado de <https://www.afdb.org>

Agora Energiewende. (2022). *The German Energiewende*. Recuperado de <https://www.agora-energiewende.de>

Aguero, Diaz, & Oqueranza. (s.f.). *Energía Fotovoltaica*. Producción y automatización. Recuperado el 15 de noviembre de 2022

Alonso Lorenzo, J. A. (s.f.). *sfe-solar*. Recuperado el 12 de octubre de 2022, de sfe.solar: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/que-es-una-planta-fotovoltaica-y-como-funciona/>

Amundarain , M. (s.f.). *ehu.eus*. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de ehu.eus: https://www.ehu.eus/ikastorratza/8_alea/energia/energia.pdf

Amundarain Ormazá, M. (s.f.). *La energía renovable procedente de las olas*. UPV, Dpto.Ingeniería de Sistemas y Automática. Recuperado el 10 de octubre de 2022, de https://www.ehu.eus/ikastorratza/8_alea/energia/energia.pdf

APPA. (s.f.). *appa renovables*. Recuperado el 26 de septiembre de 2022, de appa renovables: <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

APREAN. (s.f.). *aprean*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022, de aprean: <https://www.aprean.com/energia-solar-termica/>

Argentina.gob.ar. (s.f.). *Argentina.gob.ar*. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/energia/energia-electrica/energia-nuclear/que-es-la-energia-nuclear>

Assan, S. (7 de junio de 2022). *EMBER*. Obtenido de EMBER: <https://ember-climate.org/insights/research/tackling-australias-coal-mine-methane-problem/>

atersa. (s.f.). *artesa shop*. Recuperado el 28 de septiembre de 2022, de artesa shop: <https://atersa.shop/como-funciona-una-celula-fotovoltaica/>

AutoSolar. (24 de julio de 2018). *autosolar*. Obtenido de autosolar: <https://autosolar.pe/actualidad-de-energia-solar/shakti-sthala-la-planta-fotovoltaica-mas-grande-del-mundo-esta-en-india>

Barberá Santos, D. (s.f.). *biblus*. Recuperado el 8 de noviembre de 2022, de biblus: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+INTRODUCCI%C3%93N+A+LA+ENERG%C3%8DA+FOTOVOLTAICA%252FIntroducci%C3%B3n+a+la+Energ%C3%ADa+Fotovoltaica.pdf>

BBVA. (1 de enero de 2022). *BBVA*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-combustible-fosil-la-energia-que-se-obtiene-de-la-materia-organica/>

BID. (2021). *Energía Renovable en América Latina: Proyectos de Energía Solar*. Recuperado de <https://www.iadb.org>

BIRTIh. (s.f.). *ikastaroak*. Recuperado el 26 de diciembre de 2022, de ikastaroak: https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF05/es_IEA_ISF05_Contenidos/webseite_21_diseo_y_dimensionado_de_sistemas_fotovoltaicos_conectados_a_red.html#

Blas Martínez, D. (2010/2011). *INSTALACION DE PANELES FOTOVOLTAICOS EN BOSAL S.A.* Proyecto Final de Carrera, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza. Recuperado el 8 de noviembre de 2022, de <https://core.ac.uk/download/pdf/289971257.pdf>

BloombergNEF. (2023). Digitalization in Solar: Trends and Forecasts. Recuperado de <https://www.bnef.com>

Bruce-Lockhart, C. (25 de octubre de 2022). *EMBER*. Obtenido de EMBER: <https://ember-climate.org/insights/research/wind-and-solar-overtake-coal-in-chile/>

Calpa, Y. (s.f.). *academia.edu*. Recuperado el 12 de octubre de 2022, de academia.edu: https://www.academia.edu/34999386/Energ%C3%ADa_e%C3%B3lica?email_work_card=view-paper

Canarias, I. t. (2008). *ENERGIAS RENOVABLES y eficiencia energética*. Instituto tecnológico de Canarias. Recuperado el 29 de Agosto de 2022

CDC. (14 de septiembre de 2018). *Centro para el control y la prevencion de enfermedades*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/respirable.html#:~:text=La%20inhalaci%C3%B3n%20del%20polvo%20de,respiratorias%20relacionadas%20con%20el%20polvo>

CDT. (24 de mayo de 2021). *cdt*. Obtenido de cdt: <https://www.cdt.cl/tejas-solares-fotovoltaicas/>

CK-12. (s.f.). *flexbooks.ck12*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022, de flexbooks.ck12: <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-tierra-grados-6-8-en-espanol/section/12.5/primary/lesson/la-energ%C3%ADa-del-carb%C3%B3n/>

Climatetracker (2024). Revolución solar en Chile: más sol y menos carbón. Recuperado de <https://climatetrackerlatam.org>

Concepto. (15 de julio de 2021). *concepto*. Obtenido de concepto: <https://concepto.de/energia-potencial/>

Concepto. (s.f.). *Concepto*. Recuperado el 11 de noviembre de 2022, de Concepto: <https://concepto.de/energia-quimica/>

conceptoABC. (s.f.). *conceptoabc*. Obtenido de conceptoabc: <https://conceptoabc.com/energia-interna/>

conéctatealsol. (13 de junio de 2016). *conéctatealsol*. Obtenido de conéctatealsol: <https://conectatealsol.com/news/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-solar-fotovoltaica/>

Contreras, I. (22 de diciembre de 2021). *Labodegasolar*. Obtenido de Labodegasolar: <https://www.labodegasolar.com/blogs/blog/cuanto-cuesta-una-instalacion-de-paneles-solares>

CSN. (s.f.). *CSN*. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de CSN: <https://www.csn.es/la-energia-nuclear>

DatosMundial. (s.f.). *datosmundial*. Obtenido de datosmundial: <https://www.datosmundial.com/australia/australia/balance-energetico.php>

Díaz, G., Haas, J., Moreno, S., Chudinzów, D., Kracht, W., eltrop, L., . . . Pamparana, G. (octubre de 2019). *ResearchGate*. Recuperado el 12 de diciembre de 2022, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/339662267_Carpe_solem_-_Solar_mining_opportunities_for_Chile_-_A_paradigm_changing_perspective

Díaz, T., & Carmona, G. (s.f.). *mheducation*. Recuperado el 19 de octubre de 2022, de mheducation: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

EcolInventos. (29 de septiembre de 2022). *ecoinventos*. Obtenido de ecoinventos: <https://ecoinventos.com/tejas-solares-fotovoltaicas/>

ecologistasenaccion. (21 de junio de 2007). *ecologistasenacción*. Obtenido de ecologistasenacción: <https://www.ecologistasenaccion.org/10057/impacto-ambiental/#:~:text=El%20impacto%20medioambiental%20de%20las,escapes%20de%20sustancias%20peligrosas%20etc.>

ecologistasenacción. (21 de junio de 2007). *ecologistasenacción*. Obtenido de ecologistasenacción: https://www.ecologistasenaccion.org/10057/impacto-ambiental/#outil_sommaire_0

educarex. (s.f.). *educarex*. Recuperado el 24 de Agosto de 2022, de educarex: https://www.educarex.es/pub/cont/com/0019/documentos/pruebas-acceso/contenidos/modulo_IV/ciencias_de_la_naturaleza/4nat04.pdf

edumedia. (s.f.). *eduMedia*. Recuperado el 8 de noviembre de 2022, de eduMedia: <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/944-cuerpo-negro#:~:text=Un%20cuerpo%20negro%20es%20un,tal%20cuerpo%20nos%20pa%20recer%C3%ADa%20negro.>

ENAP. (s.f.). *ENAP*. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de ENAP: https://www.enap.cl/pag/241/1119/historia_petroleo

endesa. (2 de agosto de 2021). *endesa*. Obtenido de endesa: <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-eolica>

endesa. (s.f.). *endesa*. Recuperado el 10 de octubre de 2022, de endesa: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/que-es-la-energia>

endesa. (s.f.). *fundaciónendesa*. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de fundaciónendesa: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/que-es-la-energia>

enel. (s.f.). *enel*. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de enel: <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>

Enerdata. (s.f.). *Enerdata*. Recuperado el 18 de septiembre de 2022, de <https://datos.enerdata.net/carbon-lignito/consumo-mundial-carbon.html>

Energía, I. C. (s.f.). *gencat*. Recuperado el 23 de Agosto de 2022, de gencat: https://icaen.gencat.cat/es/energia/que_es/

energía, M. d. (s.f.). *Ministerio de energía*. Recuperado el 11 de octubre de 2022, de Ministerio de energía: <https://energia.gob.cl/educacion/que-es-la-geotermia>

energia.jcyl. (s.f.). *Junta de Castilla y León*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022, de Junta de Castilla y León: <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/importancia-carbon.html>

energyeducation. (s.f.). *Enciclopedia de Energía*. Obtenido de Enciclopedia de Energía: https://energyeducation.ca/es/Energ%C3%ADa_mec%C3%A1nica

energyeducation. (s.f.). Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de energyeducation: https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Petr%C3%B3leo_c_rudo

EnerLife. (2023). *¿Cuál es el precio de instalar paneles solares en mi casa?* EnerLife. Recuperado de <https://enerlife.cl>

engi. (22 de septiembre de 2020). *engi*. Obtenido de engi: <https://engi.co/impacto-paneles-solares/>

esenergía.es. (18 de junio de 2019). *esenergía.es*. Obtenido de esenergía.es: <https://esenergia.es/panel-solar/>

European Commission. (2020). *European Green Deal*. Recuperado de <https://ec.europa.eu>

evoconfort. (4 de octubre de 2017). *evoconfort*. Recuperado el 11 de noviembre de 2022, de evoconfort: <https://www.evoconfort.com/energia-radiante-que-es-y-donde/>

EXELSOLAR. (27 de junio de 2018). *excelsolar*. Obtenido de exelsolar: <http://www.blog.exelsolar.mx/shakti-sthala-la-planta-solar-mas-grande-el-mundo/>

factorenergía. (s.f.). *factorenergía*. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de factorenergía: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

Fajardo, B. (2 de noviembre de 2011). *Aprendemos Tecnología*. Recuperado el 08 de septiembre de 2022, de Aprendemos Tecnología: <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/11/energia-hidraulica.pdf>

Ferrovial. (s.f.). *ferrovial*. Obtenido de ferrovial: <https://www.ferrovial.com/es/stem/energia-cinetica/>

foronuclear. (s.f.). *Foro nuclear*. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de Foro nuclear : <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-energia-eolica-y-como-se-aprovecha/>

Foronuclear. (s.f.). *Foro Nuclear*. Recuperado el 5 de octubre de 2022, de Foro Nuclear: <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/que-es-la-energia-nuclear/>

fundación, A. (s.f.). *AQUAE fundación*. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de AQUAE fundación: https://www.fundacionaquae.org/wiki/ventajas-energia-hidraulica/amp/?gclid=Cj0KCQjwjvaYBhDIARIsAO8PKE1zHJ6LmEaF7QB5oyHaxSFY-lv5Et4DhwMpoQ-iJwaSf1kqJ2dvv2UaArVgEALw_wcB

FundacionYPF. (s.f.). *energiasdemipais.educ*. Recuperado el 6 de enero de 2023, de energiasdemipais.educ: https://energiasdemipais.educ.ar/edmp_lecturas/matriz-energetica/#:~:text=En%20esta%20matriz%20se%20observa%20la%20importancia%20del%20gas%20y,generaci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica%20en%20el%20pa%C3%ADs.

Galindo, A. (3 de noviembre de 2021). *IAEA*. Obtenido de IAEA: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-energia-nuclear-la-ciencia-de-la-energia-nucleoelectrica>

Gallardo Olivares, R. (1 de septiembre de 2022). *Uchile*. Obtenido de Uchile: <https://www.uchile.cl/noticias/189848/se-proyectan-500-mil-toneladas-de-desechos-fotovoltaicos-para-2030>

García, P. (13 de febrero de 2019). *EIPaís*. Obtenido de EIPaís: https://elpais.com/elpais/2019/02/08/ciencia/1549623557_186579.html

Garrett, C. (s.f.). *Climate consulting by Selectra*. Recuperado el 13 de noviembre de 2022, de Climate consulting by Selectra: <https://climate.selectra.com/es/que-es/energia-solar>

GascoEduca. (s.f.). *GascoEduca*. Recuperado el 11 de noviembre de 2022, de GascoEduca: http://www.gascoeduca.cl/Maqueta/energia_03.html

GASS, I., SMITH, P., & WILSON, R. (s.f.). *books.google*. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de books.google: <https://books.google.com.co/books?id=GAZs7W6IEKMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

GEM. (s.f.). *Global Energy Monitor WIKI*. Recuperado el 9 de enero de 2023, de Global Energy Monitor WIKI: https://www.gem.wiki/Perfil_energ%C3%A9tico:_Per%C3%BA

gencat. (s.f.). *Instituto Catalán de Energía*. Recuperado el 10 de octubre de 2022, de Instituto Catalán de Energía: <https://icaen.gencat.cat/es/energia/renovables/geotermica/tipus/>

Gubinelli, G. (11 de noviembre de 2021). *energíaestrategica*. Obtenido de energíaestrategica: <https://www.energiaestrategica.com/al-inicio-del-2022-la-solar-fotovoltaica-sera-la-fuente-de-energia-mas-representativa-de-chile/>

guíaminera. (s.f.). *guiamineradeChile*. Recuperado el 24 de diciembre de 2022, de guiamineradeChile: <https://www.guiaminera.cl/aumentan-proyectos-de-energias-renovables-para-el-sector-minero/>

GWEC. (9 de diciembre de 2020). *GWEC*. Obtenido de GWEC: <https://gwec.net/>

Heinrich Boll Stiftung (2024). *Productividad y Transición Energética justa a Chile*. Recuperado de <https://cl.boell.org>

Helios Solar. (2023). *¿Cuánto cuesta instalar paneles fotovoltaicos?* Helios Solar. Recuperado de <https://helios.cl>

HERBERTSMITHFREEHILLS. (s.f.). *HERBERTSMITHFREEHILLS*. Obtenido de HERBERTSMITHFREEHILLS: <https://www.herbertsmithfreehills.com/doing-business-in-australia/spa/content/energ%C3%ADa-convencional-y-energ%C3%ADas-renovable>

iberdrola. (s.f.). *iberdrola*. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de iberdrola: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energia-eolica#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20es%20aquella,de%20aire%20en%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica.>

IBERDROLA. (s.f.). *iberdrola*. Recuperado el 31 de octubre de 2022, de iberdrola: <https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-agrovoltaica>

ICEX. (2021). *El mercado de la energía solar en Australia*. Estudio de Mercado - Resumen Ejecutivo, Embajada de España en Sídney, Oficina Económica y Comercial. Recuperado el 31 de octubre de 2022, de <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/estudio-mercado-energia-solar-australia-2021-doc2018793480.html?idPais=AU>

IEA. (1 de septiembre de 2022). *IEA*. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/net-zero-by-2050-data-explorer>

IEA. (18 de mayo de 2021). *IEA*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/news/pathway-to-critical-and-formidable-goal-of-net-zero-emissions-by-2050-is-narrow-but-brings-huge-benefits>

IEA. (2023). *Renewable Energy Market Update 2023*. Recuperado de <https://www.iea.org>

IEA. (mayo de 2021). *IEA*. Recuperado el 29 de octubre de 2022, de IEA: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

IEA. (septiembre de 2022). *IEA*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/reports/solar-pv>

IEA. (septiembre de 2022). *IEA*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/reports/solar-pv>

IEEFA. (13 de septiembre de 2022). *WORLDENERGYTRADE*. Obtenido de WORLDENERGYTRADE: <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/energia-solar/australia-energia-solar-fotovoltaica-tejados-carbon>

Informe de Expertos. (2024). *Mercado de energía solar fotovoltaica en Chile*. Recuperado de <https://www.informesdeexpertos.com>

Ini, L. (4 de julio de 2022). *pvmagazine*. Obtenido de pvmagazine: <https://www.pv-magazine-latam.com/2022/07/04/en-2021-la-fotovoltaica-argentina-participo-con-casi-el-13-de-la-cobertura-con-renovables-de-la-demanda-energetica/>

Interempresas. (9 de diciembre de 2020). *interempresas*. Obtenido de interempresas: <https://www.interempresas.net/Mineria/Articulos/320869-Espana-tiene-capacidad-cubrir-deficit-minerales-necesarios-desarrollo-tecnologico-UE.html>

IRENA. (2021). *Renewables Readiness Assessment: Chile*. Recuperado de <https://www.irena.org>

IRENA. (2022). *National Solar Mission in India*. Recuperado de <https://www.irena.org>

IRENA. (2022). *Radiación solar en Chile*. Recuperado de <https://irena.org>

IRENA. (2022). *Renewable Power Generation Costs in 2022*. Recuperado de <https://www.irena.org>

IRENA. (2022). *Renewables Readiness Assessment: Chile*. Recuperado de <https://www.irena.org>

IRENA. (s.f.). *irena*. Recuperado el 26 de octubre de 2022, de irena: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Solar-energy>

José María Marín Quemada, E. S. (s.f.). *El futuro de los combustibles fosiles*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Departamento de Economía Aplicada . Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de <https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/4/1/1319025174814.pdf>

Junta de Castilla y León. (s.f.). Recuperado el 24 de Agosto de 2022, de Junta de Castilla y León: <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/tipos-energia.html>

Leskow, E. C. (13 de junio de 2022). *concepto*. (E. Etecé, Editor) Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de <https://concepto.de/energia-mecanica/>

Martínez, D. (2011). *Energía Solar Fotovoltaica*. Tesis, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de <https://core.ac.uk/download/pdf/289971257.pdf>

MHE. (10 de octubre de 2022). *Ministerio de Hidrocarburos y Energías*. Obtenido de Ministerio de Hidrocarburos y Energías: <https://www.mhe.gob.bo/2022/10/10/transicion-energetica-bolivia-sustituyo-en-50-el-uso-del-gas-por-energias-renovables/#:~:text=La%20capacidad%20instalada%20de%20energ%C3%ADas,734%20MW%20de%20energ%C3%ADa%20hidroel%C3%A9ctrica.>

mheducation. (s.f.). *mheducation*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022, de mheducation: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

MineríaChilena. (6 de octubre de 2015). *mch*. Obtenido de mch: <https://www.mch.cl/reportajes/energia-solar-en-mineria-opcion-sustentable-para-autoabastecerse/#>

MINERÍA CHILENA. (6 de octubre de 2015). *mineríachilena*. Obtenido de mineríachilena: <https://www.mch.cl/reportajes/energia-solar-en-mineria-opcion-sustentable-para-autoabastecerse/#>

MineríayFuturo. (28 de octubre de 2022). *mineríayfuturo*. Obtenido de mineríayfuturo: <https://www.mineríayfuturo.cl/noticias/codelco-presenta-detalles-del-inicio-de-operaciones-de-la-mayor-flota-de-vehiculos-electricos-de-la-mineria-en-chile%ef%bf%bc/>

Ministerio de Energía de Chile. (2022). *Estrategia Nacional de Energía 2050*. Recuperado de <https://energia.gob.cl>

Ministerio de Energía. (2020). *Sistemas de almacenamiento con energía solar fotovoltaica en Chile*. Gobierno de Chile, Ministerio de Energía. Recuperado el 20

de noviembre de 2022, de
https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/sistemas-de-almacenamiento_web.pdf

Ministerio de Hacienda. (octubre de 2019). *argentina.gob.ar*. Obtenido de *argentina.gob.ar*:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/energia_solar_fotovoltaica_-_octubre_2019.pdf

Montaño, X. (30 de noviembre de 2022). *Fundación Solón*. Obtenido de Fundación Solón: <https://fundacionsolon.org/2022/11/30/conociendo-la-matriz-energetica-en-bolivia/>

NCYT. (10 de mayo de 2021). *noticiasdelaciencia*. Obtenido de *noticiasdelaciencia*: <https://noticiasdelaciencia.com/art/41702/conoces-las-tejas-solares-fotovoltaicas>

Negrón, J., Canales, L., & Yañez, C. (2013). *Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos conectados a la red*. Documento Técnico, Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la construcción.

Norte y Energía. (2023). *Mantenimiento de las plantas solares en Chile: clave para el mejor rendimiento de la inversión*. Recuperado de <https://www.norteyenergia.cl>

nuclear, F. (s.f.). *Foro Nuclear*. Recuperado el 18 de septiembre de 2022, de <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-el-gas-natural-y-que-usos-tiene/>

OVACEN. (s.f.). *ovacen*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022, de *ovacen*: <https://ovacen.com/energias-renovables/solar/termica/>

Pedraza, Á. (26 de junio de 2019). *oroinformación*. Obtenido de *oroinformación*: <https://oroinformacion.com/la-primera-mina-de-oro-con-energia-eolica-solar-y-electrica-estara-en-australia-occidental/>

Pistone, L., Villa Soto, W., & Albiger, J. (Junio de 2006). *DOCplayer*. Recuperado el 10 de octubre de 2022, de DOCplayer: <https://docplayer.es/60568859-Energia-geotermica-en-argentina.html>

Pizzoleo, J. (29 de julio de 2022). *ReporteMinero*. Obtenido de ReporteMinero: <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2022/07/primer-lhd-100-electrico-funcionara-teniente>

Planas, O. (13 de julio de 2011). *EnergíaSolar*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022, de EnergíaSolar: <https://solar-energia.net/energia-solar-termica>

Planas, O. (13 de mayo de 2015). *energía solar*. Obtenido de energía solar: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/efecto-fotovoltaico/fotones>

Planas, O. (13 de mayo de 2015). *Energía Solar*. Obtenido de Energía Solar: Energía Solar

Posso, F. (2000). *ENERGÍA Y AMBIENTE: PASADO, PRESENTE Y FUTURO Parte uno: Sistema energético basado en fuentes fósiles*. Universidad de Los Andes, Venezuela, San Cristobal. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36050204>

Prego, C. (25 de septiembre de 2022). *xataka*. Obtenido de xataka: <https://www.xataka.com/energia/paneles-solares-agujero-negro-agua-repulsion-electroestatica-quiere-solucionarlo>

Proenergía. (2024). *Paneles solares están solucionando el costo de la energía eléctrica*. Recuperado de <https://www.proenergia.cl>

Proveda, J. (23 de marzo de 2022). *elEconomista*. Obtenido de elEconomista: <https://www.economista.es/andalucia/noticias/11681276/03/22/Riotinto-sera-la-primer-mina-de-Espana-que-funcione-con-energia-limpia.html>

ReporteMinero. (25 de septiembre de 2018). *ReporteMinero*. Obtenido de ReporteMinero: <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2018/09/region-del-bio-bio-sumaria-dos-parques-fotovoltaicos>

repsol. (s.f.). *repsol*. Recuperado el 10 de octubre de 2022, de repsol: <https://www.repsol.com/es/energia-innovacion/energia-futuro/transicion-energetica/energia-electrica/index.cshtml#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%3F,-Tiempo%20de%20lectura&text=La%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20es%20un,g>

repsol. (s.f.). *repsol*. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de repsol: <https://www.repsol.com/es/conocenos/que-hacemos/desarrollo-energias-renovables/energia-hidraulica/index.cshtml>

Roca, J. (18 de mayo de 2020). *elperiodicodelaenergía*. Obtenido de elperiodicodelaenergía: <https://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>

Roca, J. (22 de mayo de 2017). *elperiodicodelaenergía*. Obtenido de elperiodicodelaenergía: <https://elperiodicodelaenergia.com/la-india-kurnool-se-convierte-en-la-mayor-planta-fotovoltaica-del-mundo/>

Roca, J. (28 de junio de 2022). *elperiódicodelaenergía*. Obtenido de elperiódicodelaenergía: <https://elperiodicodelaenergia.com/la-mina-de-oro-de-australia-occidental-sustituye-el-diesel-por-energia-renovable/>

Rodriguez-Meza, M., & Cervantes-Cota, J. L. (2006). *El Efecto Fotoelectrico*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Mexico: Ciencia Ergo Sum. Recuperado el 15 de octubre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/104/10413309.pdf>

scarquitecto. (s.f.). *scarquitecto*. Recuperado el 26 de diciembre de 2022, de scarquitecto: <https://scsarquitecto.cl/carta-solar/#:~:text=Es%20una%20representaci%C3%B3n%20gr%C3%A1fica%20en,%C3%A1ngulo%20solar%20y%20azimut%20correspondiente>.

Significados. (13 de enero de 2013). *significados*. Obtenido de significados: <https://www.significados.com/energia/>

Significados. (s.f.). *significados*. Obtenido de significados: <https://www.significados.com/energia-termica/>

Socalgas. (s.f.). *Socalgas*. Recuperado el 18 de septiembre de 2022, de <https://www.socalgas.com/es/stay-safe/methane-emissions/methane-and-health-and-safety>

Solar Linkers. (2024). *Guía completa para instalar energía solar en Chile*. Solar Linkers. Recuperado de <https://solarlinkers.com>

solar, D. (3 de octubre de 2019). *Damia solar*. Obtenido de Damia solar : https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/celulas-fotovoltaicas_1

SolarandWindEnergy. (septiembre de 2009). *news.soliclima*. Recuperado el 26 de diciembre de 2022, de news.soliclima: <https://news.soliclima.com/noticias/energia-solar/como-se-fabrica-el-silicio-fotovoltaico>

SolarRoots. (1 de marzo de 2022). *solarrootspr*. Obtenido de solarrootspr: <https://solarrootspr.com/impacto-medioambiental-energia-solar/>

solarti. (s.f.). *solarti*. Recuperado el 19 de octubre de 2022, de solarti: <https://solarti.es/placas-solares/paneles-silicio-amorfo/#:~:text=Los%20paneles%20fotovoltaicos%20de%20silicio,que%20una%20de%20silicio%20monocristalino>.

Solé, C. (2 de febrero de 2022). *blog.toyota*. Obtenido de blog.toyota: <https://blog.toyota-forklifts.es/baterias-litio-o-baterias-plomo-acido>

SOLGERenergy. (26 de octubre de 2021). *solgerenergy*. Obtenido de solgerenergy: <https://www.solgerenergy.es/blog/ventajas-y-desventajas-carbon/>

SunCable. (s.f.). *Sun Cable*. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de Sun Cable: <https://suncable.energy/>

TechnoSun. (s.f.). *b2b.technosun*. Recuperado el 28 de diciembre de 2022, de b2b.technosun: <https://b2b.technosun.com/blog/area-fotovoltaica-profesional-1/post/efecto-hotspot-los-puntos-calientes-en-los-paneles-solares-117#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20punto,en%20casos%20extremos%20provocar%20un>

TotalEnergies. (22 de junio de 2021). *TotalEnergies*. Obtenido de TotalEnergies: <https://www.totalenergies.es/es/pymes/blog/ventajas-desventajas-energia-solar#:~:text=Requiere%20de%20instalaciones%20importantes%20para,la%20noche%20no%20est%C3%A1%20disponible.>

U.S. Department of Energy. (2023). *Inflation Reduction Act: Overview*. Recuperado de <https://www.energy.gov>

UJAEN. (s.f.). *ujaen*. Recuperado el 28 de diciembre de 2022, de ujaen: http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/03_celula/01_basico/3_celula_05.htm

USCEHC. (s.f.). *Los impactos dañinos del gas natural en la salud y el medio ambiente*. National institute of environmental health sciences. Recuperado el 18 de septiembre de 2022, de https://envhealthcenters.usc.edu/wp-content/uploads/2020/05/natural_gas_USCEHC_sp.pdf

Vera Gomez, K. (s.f.). *academia.edu*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022, de academia.edu:

https://www.academia.edu/20208233/Energ%C3%ADa_Transferencia_de_energ%C3%ADa_y_An%C3%A1lisis_general_de_la_energ%C3%ADa

WIKIPEDIA. (30 de Agosto de 2019). *mineduc.gob*. Recuperado el 24 de Agosto de 2022, de <https://energia.jcyl.es/web/es/biblioteca/tipos-energia.html>: <https://www.mineduc.gob.gt/DIGECADE/documents/Telesecundaria/Recursos%20Digitales/2o%20Recursos%20Digitales%20TS%20BY-SA%203.0/01%20CIENCIAS%20NATURALES/U9%20pp%20213%20energ%C3%ADa%20potencial.pdf>

Yirda, A. (s.f.). *concepto definicion*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022, de *concepto definicion*: <https://concepto definicion.de/foton/>

ZschimmerySchwarz. (17 de julio de 2020). *Zschimmer-Schwarz*. Obtenido de *Zschimmer-Schwarz*: <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/ejemplos-de-energia-quimica-el-sol/>