



# Panorama de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) Una mirada desde Chile



ECOSISTEMAS



**Panorama de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC)**

Una Mirada desde Chile - Diciembre 2015

El presente documento fue elaborado por Juan Pablo Orrego y Mitzi Urtubia de Ecosistemas gracias al apoyo de Fundación Heinrich Böll.

## INDICE

I.-	Introducción .....	3
II.-	Definición de ERNC .....	4
III.-	Por qué las ERNC son consideradas tecnologías energéticas eficientes y más amigables socio-ambientalmente .....	7
IV.-	Tipos de fuentes de ERNC: en qué consisten y cómo funcionan .....	20
V.-	Mapa de las ERNC en Chile .....	22
VI.-	Algunos conflictos por ERNC en Chile .....	25
VII.-	Experiencias de buen desarrollo de ERNC en Europa .....	29
VIII.-	Ruta de la Energía y ERNC .....	32
IX.-	Bibliografía .....	40





## I.- Introducción

El imperativo de generar la energía necesaria para dinamizar nuestras sociedades nos enfrenta con uno de los dilemas centrales de la economía globalizada: necesidades exponenciales deben ser satisfechas con recursos cada vez más escasos. Al actual ritmo de consumo, donde ciertos sectores industriales, extractivistas, capturan las mayores cuotas energéticas, las diversas fuentes desarrolladas no son suficientes para responder a la siempre creciente demanda de la humanidad. Así, los costos socio ambientales proporcionales son catastróficos. Actualmente, cerca del 80%<sup>1</sup> de la energía generada a nivel global proviene de combustibles fósiles como petróleo, gas natural y carbón, cuyos yacimientos finitos tomarían millones de años y cataclismos de por medio para regenerarse, por lo que son definidos como no-renovables. Al considerar tan solo los impactos ambientales de las fuentes convencionales de energía utilizadas en Chile -grandes hidroeléctricas y termoeléctricas-, es decir el uso intensivo de suelos, aguas, cuencas, ecosistemas fluviales, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)<sup>2</sup> y contaminantes, es evidente que nos encontramos en un serio aprieto que exige lucidez y cambios profundos de modelos de desarrollo depredadores, que claramente han demostrado ser socio-ambientalmente insustentables.

En nuestro país, la discusión sobre cómo, para qué, e incluso para beneficio de quiénes, así como en qué lugares generar energía lleva años, y se ha intensificado en la última década. Por un lado, las comunidades y regiones no están dispuestas a seguir siendo, o convertirse en “zonas de sacrificio” en aras de un supuesto desarrollo nacional. Por otro lado, la sociedad civil demanda la definición de una política energética/eléctrica pública, consensuada, orientada por la búsqueda del bien común y la conservación de la integridad ambiental del territorio, para terminar así con la era de un sector eléctrico privado, enfocado en la oferta de energía y promovido proactivamente por un empresariado cuyo principal interés es mantener un lucrativo negocio. La Constitución de 1980, el Código de Aguas de 1981, la Ley General de Servicios Eléctricos de 1982, el Código Minero de 1983, y leyes complementarias del mismo período, consagran este modelo.

En este contexto, esperamos que este “Panorama de las Energías Renovables No Convencionales: una Mirada desde Chile” sea una contribución; un paso más desde la ciudadanía, en la promoción de un debate energético informado y realista, en un territorio favorecido casi divinamente de fuentes renovables, donde podríamos ser líderes del desarrollo sustentable en el sector.

1 | La energía mundial generada por fuentes renovables creció un 8,3% en 2013, alcanzando un 22% de la producción total. Los empleos del sector aumentaron un 14% según Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21)

2 | Principalmente vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ozono (O<sub>3</sub>) y clorofluorocarbonos (CFC). Estos atrapan en la atmósfera terrestre el calor que irradia el sol aumentando gradualmente su temperatura promedio global.

## II.- Definición de ERNC

Desde su conformación hace unos 5 mil millones de años, la fuente exclusiva de energía en el planeta Tierra es el Sol<sup>3</sup>. En el núcleo de nuestra estrella, de aproximadamente un décimo de su radio, a una temperatura cercana a los 20 millones de grados centígrados y a una presión 100.000 millones de veces mayor que la presión atmosférica en la Tierra, un sinnúmero de electrones y núcleos atómicos desnudos se mueven a velocidades vertiginosas en todas direcciones. Las colisiones entre los núcleos son inevitables, dando lugar a las reacciones de fusión. Las fuerzas de gravedad en el universo y en el Sol generan las condiciones perfectas para este fenómeno. Núcleos de hidrógeno chocan entre sí y se fusionan originando núcleos más pesados de helio, liberando una enorme cantidad de energía hacia el espacio, que alcanza la Tierra a 150 millones de kilómetros de distancia, en la forma de radiación electromagnética que se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta: calor y luz.

Los científicos estiman que si logramos producir y controlar la fusión nuclear de la que hace gala nuestro Sol, el potencial energético sería prácticamente ilimitado porque el combustible –hidrógeno- es infinito, además de ser un proceso limpio y seguro -si un reactor de fusión dejara de funcionar, se apagaría completa e inmediatamente, es decir sin riesgo-. Reproducir la fusión atómica en la Tierra sería como importar el proceso energético del sol, entregándonos una fuente perfecta, sin efectos secundarios negativos. El sueño de la humanidad: energía infinita, limpia y gratis. Aunque esto último realmente depende de nosotros, porque la energía del Sol en sus diversas manifestaciones siempre ha fluído libre y gratuitamente en la biósfera desde los orígenes de la Tierra, sin embargo, el precio que pagamos los humanos por la energía es cada vez más alto. Este es un problema nuestro, socioeconómico, no es un problema ‘cósmico’ ni termodinámico.

La totalidad de la energía utilizada por los seres vivos –bacterias, protistas, hongos, plantas y animales- en nuestro planeta procede del Sol en forma directa o indirecta. Algunos tipos de algas, el fitoplancton (antes fitoplancton) y las plantas aprovechan directamente la radiación solar para la fotosíntesis con la que producen proteínas, glúcidos, lípidos y un sinfín de otras sustancias. Los herbívoros se alimentan de las plantas, y los carnívoros de los herbívoros, o sea de la energía del sol procesada y transformada por los organismos fotosintéticos. Es clave saber que la cadena trófica la origina la radiación solar.

Es decir, todas las fuentes de energía usadas por el ser humano derivan del Sol.

Los combustibles fósiles como el petróleo, y el gas natural, el carbón, así como los hidrocarburos en sedimentos de esquisto o en las arenas bituminosas, son el producto de procesos geológicos a través de los cuales cantidades masivas de restos orgánicos y el carbono que contienen han sido transformados y concentrados por altas temperaturas y fuertes presiones. Es energía solar antigua transformada en materia orgánica hace millones de años mediante la fotosíntesis, y luego hecha fósil por los macro-procesos geológicos del planeta.

La energía hidroeléctrica usa la energía cinética potencial del agua que, a través del ciclo hidrológico impulsado por el sol, pasa por tres estados -sólido, líquido y gaseoso-. Su escorrentía puede ser aprovechada con centrales hidroeléctricas de distintos tamaños y modos de operación, que van desde el aprovechamiento de saltos de agua con turbinas de menor tamaño a centrales de pasada y grandes represas.

La energía eólica también deriva de la radiación solar, ya que ésta, al calentar con diferente intensidad distintas zonas de la atmósfera y de la superficie terrestre, da origen a los vientos, que pueden ser utilizados para generar electricidad, mover embarcaciones, bombear aguas subterráneas, y para muchos otros usos. De hecho igualmente es el agua en forma de vapor la que conforma las nubes que en gran medida dinamiza los sistemas climáticos.

La energía potencial del movimiento de olas y mareas en mares y océanos es gestada por macro-dinámicas planetarias, tales como la rotación de la Tierra y la influencia de la Luna. El movimiento de las corrientes, sin embargo, que también tiene un alto potencial energético, se debe mayormente a las diferencias de temperaturas para los cuales el Sol vuelve a ser protagonista.

La energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor al interior de la Tierra producto de su largo proceso geológico. Es la fuente de energía con menos influencia solar directa, pero cabe preguntarse qué sería de este calor, cuánto duraría si el sol se apagara y el exterior del planeta se congelara.

Finalmente cabe comentar que la nomenclatura ‘renovable’, que como se explica más adelante se define en relación a su antítesis, ‘no-renovable’, no es del todo lógica, incluso con el agregado ‘no-convencional’, cuando nos referimos a la energía solar, eólica, geotérmica y oceánica, dado que la ‘renovabilidad’ de todas éstas no está en cuestión. Es decir, mientras el Sol esté en su fase actual es una fuente de energía constante que no necesita ‘renovarse’, lo mismo sucede con las otras ERNC mencionadas, mientras nuestro planeta y biosfera mantengan las dinámicas actuales, alimentadas por el

3 | Conformado fundamentalmente por helio, hidrógeno y carbono.

Sol, tampoco necesitan renovación. Las únicas ERNC que lo requieren son la madera para leña, y debiéramos agregar el agua dulce debido a los problemas de sobre explotación de las reservas hídricas y de disponibilidad de este recurso, que están provocando los impactos antrópicos sobre la biosfera, incluyendo el cambio climático.

Así entonces, se conoce convencionalmente como renovable la energía proveniente de recursos que se asume se renuevan naturalmente más rápido de lo que son utilizados por nosotros. Como se ha dicho, esta nomenclatura es reactiva y está desactualizada. En todo caso, las fuentes no-renovables, que utilizan combustibles fósiles, que hasta donde se sabe, no se renuevan, están condenadas a agotarse. Se supone que el petróleo ya pasó su cima de abundancia y fácil accesibilidad, por este motivo se recurre a yacimientos de cada vez más difícil acceso, con mayores costos de explotación y externalidades, también se recurre a hidrocarburos altamente controvertidos debido a los gravísimos impactos que provocan su explotación y procesamiento, tales como el petróleo y gas de esquisto, y las arenas bituminosas.

La madera como combustible –leña y derivados- es teóricamente una fuente renovable pero, tal como sucede con otras fuentes, su ‘renovabilidad’ depende, tanto de la tasa de explotación como de regeneración, en este caso, de los bosques. Aunque éstos naturalmente pueden renovarse, con los dramáticos niveles de deforestación que los humanos hemos causado y seguimos causando en el planeta ya no parece apropiado seguir considerando la madera como una fuente renovable de energía, aún más al tener en cuenta que los bosques son órganos vitales de la biosfera presente que despliegan innumerables funciones ecológicas para su homeostasis y servicios ecosistémicos a los seres humanos. El carácter renovable de la llamada dendroenergía debe ser cuidadosamente re-evaluado. Es por esto que la biomasa forestal es cuestionada como fuente energética. En primer lugar, por los efectos negativos sobre bosques y suelos que provocan las plantaciones de pino y eucaliptus, en el caso chileno, cuya explotación genera la biomasa, y, en segundo lugar, por que para la naturaleza los llamados “desechos forestales” no son excedentes, sino forman parte del ciclo natural<sup>4</sup> de los bosques enriqueciendo los suelos y alimentando gusanos, hongos, micorrizas e infinitos microorganismos. Además, la quema de estos desechos emite GEI.

También han surgido serios cuestionamientos a los biocombustibles porque aumentan la presión sobre el uso de suelos fértiles restándole cada vez mayores superficies a la agricultura, haciendo aún más difícil la alimentación de la creciente humanidad.

Resumiendo: se consideran renovables la energía hidráulica, solar, eólica, geotérmica y marina u oceánica. Sin embargo, no todas son igualmente sustentables.

En este sentido es clave evaluar la huella de carbono o huella ecológica de cualquier tecnología a lo largo de todo su ciclo de vida: fabricación de componentes (incluyendo partes como turbinas, aspas, generadores, y elementos como cemento, hierro, áridos, o elementos escasos como los utilizados en algunos paneles FV, etc.); construcción, operación, abandono y desmantelamiento.

Considerar la huella ecológica en el largo plazo puede revertir el carácter de renovable y sustentable que le hemos asignado a una fuente.

Además, las fuentes de energía renovables se clasifican en convencionales y no-convencionales según su grado de madurez tecnológica y su nivel de penetración en los mercados y en los sistemas energéticos. Por ejemplo, dada la madurez y penetración que está logrando la energía solar, en un futuro cercano probablemente será considerada convencional, y al contrario, el petróleo, con todos los problemas que presenta su explotación e utilización, podría llegar a ser no-convencional además de no-renovable. Cabe señalar que el carácter renovable de una fuente madura y de gran penetración como las hidroeléctricas a gran escala está seriamente cuestionado desde hace algunas décadas por los severos impactos negativos provocados por los grandes embalses a comunidades humanas, así como en las cuencas hidrográficas, ecosistemas fluviales y marinos.

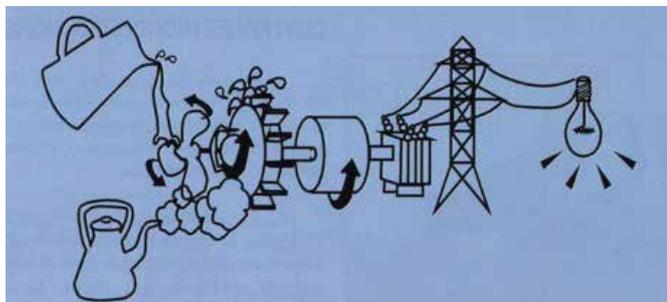
**En Chile, la Ley 20.257 de fomento de las ERNC -artículo 225, punto 7, letra ab- define como ERNC “aquella energía eléctrica producida por medios de generación renovables no convencionales” tales como eólica, hidroeléctrica (hasta 20 MW), biomasa, biogás, geotermia, solar, y del mar, producida por mareas, olas (undimotriz), corrientes, y gradiente térmico.**

<sup>4</sup> | Entre los impactos se incluye el agotamiento de los suelos, si no se hace la rotación suficiente de los cultivos y la contaminación de las aguas por el uso de pesticidas, de herbicidas y de fertilizantes; la presión sobre áreas naturales y/o los bosques nativos, afectando la biodiversidad del ecosistema.

## Turbina y generador:

Todas las plantas generadoras de energía, salvo las solares fotovoltaicas, requieren de dos componentes clave: algún tipo de aspa o turbina y de generador.

Las turbinas son ruedas con múltiples aspas instaladas al interior de una estructura cilíndrica. Las aspas eólicas son simplemente hélices. Ambas funcionan cuando un líquido, como el agua de un río, o vapor, generado por el calor del sol o algún combustible, o el viento, hacen girar las aspas a grandes velocidades. La energía mecánica del movimiento circular de las aspas se transmite a través de un eje a un generador, que transforma esta energía cinética en eléctrica y mantiene el voltaje. Posteriormente, a través de sub-estaciones eléctricas y grandes transformadores se puede transformar la electricidad de corriente alterna a continua, o regularla a los voltajes deseados para ser finalmente inyectada a redes eléctricas, y de ahí, después de más regulaciones en transformadores menores, a industrias, establecimientos, edificios y hogares.



Fuente | [www.artinaid.com](http://www.artinaid.com)

### III. Por qué son consideradas tecnologías energéticas eficientes y más amigables socio-ambientalmente

La denominación Energías Renovables No Convencionales se refiere en primer lugar a fuentes que utilizan recursos supuestamente renovables, más limpias y amigables. Sin embargo, tal como se analiza en el capítulo II, y en el IV donde se describe cada una, estos atributos dependen de la escala e intensidad de los proyectos, así como la forma y lugar elegido para su desarrollo.

Desde Ecosistemas advertimos, por ejemplo, que si Chile se enfocara en implementar mega plantas solares, eólicas y de biomasa para responder al permanente crecimiento de la demanda que exige la fase productiva primaria, las ERNC se transformarían en la nueva pesadilla para las comunidades y el territorio, y en otra fuente de conflictos socio ambientales, los que ya plagan nuestro país. Sin embargo, estas fuentes se están incorporando a la matriz mundial y nacional justamente por la preocupación y aumento de la conciencia global sobre el estado del medio ambiente, los impactos socio ambientales de la generación convencional y también porque se prevé una crisis en las reservas de los combustibles fósiles. Por lo tanto, como se ha dicho, los temas clave son la escala e intensidad del desarrollo de ERNC, y qué modelo de desarrollo se pretende abastecer con estas fuentes.

Ciertas fuentes son consideradas renovables porque al aprovecharlas y transformarlas en energía útil no se agotan. La propia naturaleza las provee y se encarga de mantenerlas, siempre y cuando el ser humano asegure su renovabilidad en el mediano y largo plazo. Este es el desafío fundamental de la industria energética: entender/asumir que la renovabilidad de varias de las ERNC depende principalmente de la intensidad de su implementación, lo que además determinará la sustentabilidad del sector.

La mayoría no produce residuos complejos de procesar, ni altas cantidades de emisiones tóxicas y GEI. Según un estudio sobre los beneficios económicos de las ERNC elaborado por NRDC<sup>16</sup>, con una penetración del 20% de estas fuentes al año 2020 nuestro país podría evitar emisiones por 83 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entre los años 2013 y 2028, equivalentes a las emitidas por 32,9 millones de automóviles en un año.

Las renovables contribuyen a la democracia territorial y descentralización al ser ideales para desplegarlas en zonas aisladas, rurales, cerca de los centros de consumo, con pequeñas y medianas dimensiones, permitiendo así el desarrollo armónico de las localidades.

Los impactos son menores, limitados, por lo tanto, con mayores posibilidades de ser mitigados y controlados.

Se puede decir que por su geografía nuestro país es especialmente apto para implementar la generación distribuida, que consiste en desplegar fuentes a menor escala instaladas cerca de la demanda. La generación descentralizada requiere de líneas de transmisión locales, de menor tamaño, evitando los impactos provocados por la construcción de extensas líneas, asociadas además a riesgos de apagones masivos. Lo anterior, debido a los vastos territorios abastecidos por los sistemas troncales principales, como el caso del Sistema Interconectado Central (SIC), que provee al 93% de la población y gran parte de la actividad industrial del país. Una falla en el SIC puede dejar a oscuras la mayor parte del territorio, como ocurrió a raíz del terremoto del año 2010.

La incorporación de las ERNC a la matriz disminuye la importación de combustibles fósiles, aumentando de esta forma la independencia energética. En cambio, los parques de generación dependientes de combustibles importados, como el caso de Chile con el carbón, GNL y diésel, están expuestos a la volatilidad de sus precios en el mercado global y a otros riesgos, tales como la crisis del gas argentino el año 2004. Un shock energético como éste altera los costos de operación del sistema y eventualmente los precios a nivel nacional. Un alza inesperada del valor de los combustibles, afecta la economía y sus proyecciones. La menor dependencia externa de combustibles y mayor utilización de fuentes locales como las tecnologías renovables maduras, disminuyen los costos, produciendo energía a precios más competitivos. Sin embargo, cabe señalar que la integración regional, donde países con buenas relaciones comparten recursos, tal como sucede en Europa, también puede proporcionar seguridad energética y reducir costos, además de mejorar los vínculos sociopolíticos. Actualmente el Gobierno chileno está impulsando la interconexión eléctrica con Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia, lo que sucede en forma paralela a la reciente designación de nuestro país como coordinador del Sistema de Interconexión Eléctrica Andina (SINIA). La proyección es concretar la interconexión con los cuatro países vecinos en 2021, donde se plantea que podríamos exportar energía en base a nuestro gigantesco potencial solar. Sin embargo, incrementar la infraestructura energética para exportar electricidad también aumentaría los altos impactos socio-ambientales de la mega generación y transmisión de electricidad.

Las fuentes ERNC son versátiles, se pueden desarrollar desde el nivel doméstico al industrial, dependiendo de la geografía, el potencial y la demanda, entre otros.

16 | Beneficios Económicos de las Energías Renovables No-Convencionales en Chile, Natural Resources Defense Council (NRDC), 2013.

Dentro de las implicancias sociales positivas de las ERNC, se encuentra la generación de empleos que a su vez fomenta la deseada activación de la economía local y nacional. A nivel mundial, la Agencia Internacional de las Energías Renovables - IRENA<sup>17</sup> indica que durante el año 2014 el sector de ERNC empleó aproximadamente a 7,7 millones de personas, con un aumento del 18% con respecto a los 6,5 millones del año 2013. La industria solar fotovoltaica es la principal generadora de empleo con 2,5 millones de puestos de trabajo, seguida por los controvertidos biocombustibles líquidos con 1,8 millones de empleos y la energía eólica, que supera el millón. Por otro lado, el análisis mencionado, realizado por NRDC, demuestra que en un escenario en el que se incorpora un 20% de ERNC al 2020 aumenta el empleo: 3.444 directos y 4.325 indirectos, una cifra importante más aún considerando las proyecciones del sector.

Para IRENA las energías renovables suman a sus bondades el hecho que tienen un positivo efecto dominó en la sociedad, con simultáneas implicancias sociales, ambientales y económicas positivas, contribuyendo no sólo a la prosperidad económica, sino también a la salud ambiental, la equidad energética y el bienestar general.

En este sentido, a diferencia de la generación convencional, las ERNC son consideradas un "mejor vecino". Los proyectos enfrentan menor oposición social, disminuyendo la conflictividad y judicialización.

Los recursos renovables tienen asimismo una mejor distribución desde el nivel mundial al nacional, en contraste con los recursos convencionales -gas, carbón y petróleo-, que están concentrados geográficamente. Todos los países tienen al menos un recurso renovable abundante y muchos países tienen una amplia gama, como Chile. Indiscutiblemente las ERNC junto a la eficiencia y la conservación energética son cruciales a la hora de consolidar una matriz segura y sostenible.

## IV.- Tipos de fuentes de ERNC: en qué consisten y cómo funcionan

### 1. Energía Solar

*“Es la energía radiante producida en el Sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la Tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz), que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre”<sup>5</sup>.*

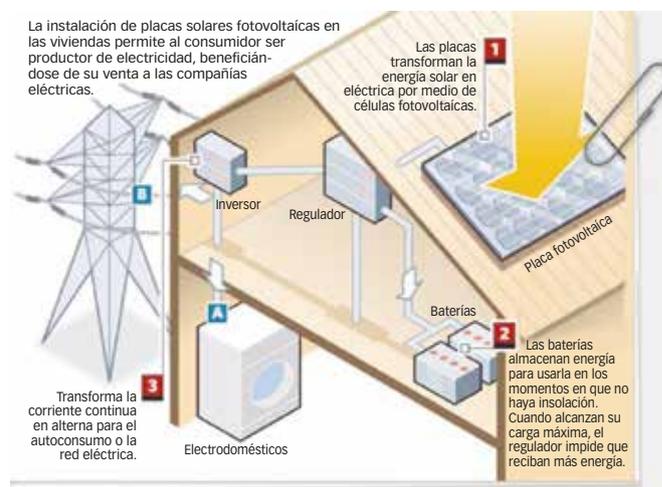
*“La energía solar que absorbe la tierra en un año es 23.000 TW, es decir más de 1.000 veces el consumo mundial”<sup>6</sup>.*

Tal como se menciona anteriormente, la radiación solar es el recurso energético más abundante, prácticamente inagotable. Cada hora el Sol emite a la Tierra más energía de la requerida para satisfacer las necesidades mundiales durante un año, a pesar que cerca del 70% de esta energía es absorbida por la atmósfera, la tierra y los océanos. Según estimaciones, esta radiación equivaldría a 35 millones de veces la energía producida por todas las centrales generadoras en Chile el año 2011, es decir alrededor de 46.000 GWh. Es notable y ejemplar la eficiencia con la que la vida utiliza la energía solar: de toda la radiación que baña el planeta Tierra sólo el 1% es aprovechado por lo viviente para desplegar la biosfera actual de la que formamos parte. Como dice Lynn Margulis: *“lo que la vida hace con este uno por ciento es asombroso.”<sup>7</sup>* Ojala la humanidad aprendiera a utilizar la energía con esta eficiencia.

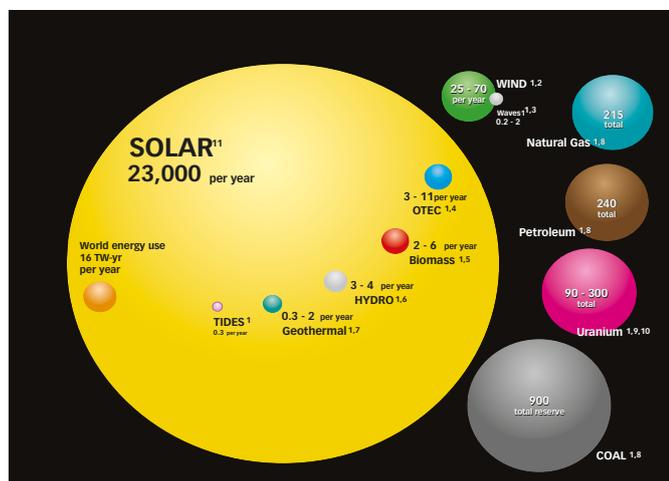
La energía solar es versátil, puede ser transformada directamente en electricidad mediante sistemas fotovoltaicos, aprovechada indirectamente como calor mediante sistemas de concentración solar de potencia para generación eléctrica con turbinas a vapor de agua, o utilizada para calentar agua en colectores solares pasivos. Tanto la tecnología fotovoltaica, como los colectores solares son modulares y escalables, desde pequeños sistemas para uso domiciliario hasta grandes instalaciones para fines industriales. Los sistemas de concentración solar de potencia (CSP), en general, requieren instalaciones a gran escala para ser viables económicamente, excepto plantas con discos Stirling que se pueden instalar a pequeña escala.

Sistemas de generación Solar:

#### 1.1. Energía Solar Fotovoltaica (PV por su sigla en inglés)



Fuente | [www.cromasol.com](http://www.cromasol.com)



El gráfico muestra que los potenciales de todos los recursos energéticos que utilizamos es considerablemente menor que la energía que absorbe la Tierra solo en un año. El potencial solar es miles de veces superior al de todos los otros recursos energéticos sumados.

#### Paneles Solares

Los paneles o módulos fotovoltaicos están formados por células solares conectadas entre sí, que captan la energía luminosa generando un campo eléctrico y cargas positivas y negativas en dos semi-conductores de diversos tipos. Cuando la luz solar entra en las celdas, hace que los electrones se separen de sus átomos, fluyendo a través de la célula y transformando la energía luminosa en energía eléctrica. La electricidad obtenida se almacena en baterías, elaboradas generalmente en base a plomo o litio, y cuya eficiencia y duración dependen del uso, de la forma de carga y descarga, así como de los materiales que están construidas.

5 | *Energía Solar Fotovoltaica*, Green Energy Consultoría y Servicios SRL 2010.

6 | Roberto Román, vicepresidente de International Solar Energy Society (ISES).

7 | *What is Life?* - Lynn Margulis and Dorion Sagan, U. of California Press, 2000.

Finalmente, se usa un inversor o convertidor para transformar la electricidad generada de corriente continua a alterna, que es el tipo de corriente usada en la red eléctrica.

La producción fotovoltaica varía de acuerdo a la hora del día, las condiciones de la atmósfera y la ubicación geográfica. Sus aplicaciones se clasifican dependiendo del uso para el cual estén destinadas: las autónomas generan energía eléctrica para usarla en el lugar donde se instalan y no se conectan a la red eléctrica; por el contrario, las conectadas a la red eléctrica, inyectan la electricidad producida y la venden a la red.

### Celdas de concentración

En 2013, se logra producir celdas fotovoltaicas con una sorprendente eficiencia de 20% en laboratorio, utilizando mineral Perovskite, que no es tóxico, es abundante y es conocido como semiconductor desde hace años. Es muy relevante que se logra aumentar la eficiencia de estas celdas fotovoltaicas de 14% a 20% en solo dos años (2012-2014), en comparación con celdas de silicón que necesitaron décadas para lograr eficiencias semejantes. Actualmente se busca producir nuevas celdas de Perovskite con un 30% de eficiencia a muy bajos costos, aunque ya surgen cuestionamientos a su estabilidad.

### Celdas flexibles y transparentes



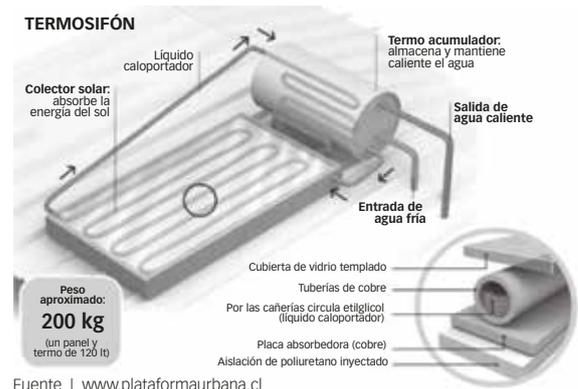
Fuente | [www.deltavolt.pe](http://www.deltavolt.pe)

Los avances tecnológicos han llevado a la producción de celdas flexibles que se pueden incorporar en la ropa, mochilas, quitasoles, etc. para cargar aparatos de bajo consumo como celulares.

## 1.2. Energía Solar Térmica:

Se produce aprovechando directamente la radiación solar mediante colectores térmicos para satisfacer variadas necesidades, como agua caliente para consumo doméstico o industrial, calefacción, aplicaciones agrícolas, etc. Esta tecnología puede ser pasiva, como se describe arriba, cosechando calor sin utilizar ningún medio mecánico o electrónico; o activa, como se describe a continuación (CSP).

Los componentes fundamentales del sistema solar térmico pasivo son: colector de energía, termotanque o contenedor de agua, intercambiador, red hídrica, sistema eléctrico y de control. Existen diversos colectores solares térmicos: sin cubierta, planos y de tubos, con capacidad de producir temperaturas desde 10° a 100° C.



## Plantas de Concentración Solar de Potencia (CSP por su sigla en inglés)

Producen electricidad utilizando un ciclo térmico al concentrar la energía solar a altas temperaturas -por medio de espejos- en un fluido que entra en contacto con agua, generando vapor que ingresa a una turbina, la que transforma la energía mecánica en electricidad mediante un alternador. La diferencia entre centrales termoeléctricas convencionales y solares está en que en las primeras el calor se produce con un combustible fósil (carbón, gas, diesel), mientras que en las segundas éste se obtiene con la radiación solar.

Las plantas de CSP pueden funcionar constantemente, ya que parte del calor es almacenado en sales fundidas para que la turbina funcione durante la noche. La tecnología requiere de gran disponibilidad de agua para producir el vapor, para enfriamiento y para la limpieza de los espejos, por ello las plantas de CSP suelen ubicarse en zonas costeras. También pueden usarse sistemas de enfriamiento con aire, disminuyendo en forma considerable la huella hídrica.

Los sistemas de generación de CSP se dividen en distintas categorías, según la forma de enfocar los rayos solares y la tecnología usada para recibir la energía solar.

<p><b>Colectores Cilindro Parabólicos (CCP)</b></p>	<p>Para obtener electricidad y energía térmica. Consisten en estructuras metálicas extendidas con forma semi-cilíndrica cubiertas de espejos que enfocan los rayos solares sobre una tubería central donde circula un fluido que concentra y transporta el calor, habitualmente aceite sintético. Se usan sales fundidas para la acumulación. Es la tecnología más madura y común.</p>
<p><b>Reflectores Lineales de Fresnel (FLR)</b></p>	<p>Son plantas pequeñas para producir electricidad y ocasionalmente energía térmica. Consisten en largas hileras de espejos planos o levemente curvos que reflejan los rayos solares hacia un receptor lineal fijo o en dos receptores paralelos por cada fila de espejos. Son menos eficientes que los CCP, sin embargo, requieren menor costo de inversión y facilitan la generación directa de vapor.</p>
<p><b>Torres Centrales (CRS)</b></p>	<p>Producen electricidad y energía térmica, alcanzando temperaturas muy altas, lo que aumenta su eficiencia en el proceso de conversión de calor en electricidad y reduce los costos de almacenamiento. Utiliza cientos de miles de reflectores pequeños para concentrar los rayos del sol en un receptor central instalado en lo alto de una torre. El calor generado puede ser utilizado directamente en el receptor para producir vapor, para calentar un líquido caloportador, o ser almacenado.</p>
<p><b>Discos Parabólicos (PD)</b></p>	<p>Producen electricidad y energía térmica. Los discos parabólicos concentran los rayos solares hacia un punto focal que está ubicado en el centro. El sistema completo, incluyendo disco y receptor, sigue la dirección al sol, lo que otorga mayor eficiencia a sistemas pequeños de baja capacidad de generación.</p>

Una debilidad de la energía solar es su intermitencia, ya que la radiación no es constante, no fluye durante la noche y fluctúa según la latitud, las estaciones y el clima. Sin embargo, como se ha dicho, en instalaciones a gran escala, recientes innovaciones permiten almacenar la energía en sales fundidas que es utilizada durante la noche para seguir generando. A nivel domiciliario, la energía se almacena en baterías de carga profunda.

Respecto a las celdas fotovoltaicas, al hacer un balance de su huella ecológica, la situación se complejiza debido a que para su producción se requiere gran cantidad de energía, agua, metales y químicos, además de materiales especiales y costosos. Otra dificultad, es la elevada inversión inicial y la necesidad de instalar grandes superficies de paneles para obtener cantidades significativas de energía. Es justamente por este alto costo que en el pasado muchos consumidores y empresas no se arriesgaban; también por falta de información. Es más los representantes de las generadoras convencionales y sus representantes han fomentado la idea que éstas son tecnologías inmaduras, que deben ser respaldadas con otras fuentes.

La situación está cambiando rápidamente. El uso de la energía solar ha aumentado 20% durante los últimos 15 años, gracias a la rápida caída de los precios y a los avances en eficiencia. A nivel global, Alemania, España, Japón y Estados Unidos encabezan el uso de energía solar. Chile no se queda atrás, actualmente tiene 527 MW solares fotovoltaicos y se construyen otros 2.088 MW, como se verá más adelante.

La Ley de Generación Distribuida 20.571, conocida como “*net metering*” (*feed in tariff*) o balance neto, entró en vigencia en 2014, regula la autogeneración y cogeneración de energía en base a ERNC. Su objetivo es fomentar el uso de ERNC a nivel domiciliario y de pequeños industriales, permitiendo generar energía con una capacidad máxima de 100 kw y comercializar sus excedentes a través de las redes de distribución –disminuyendo con ello sus cuentas de luz-. Sin embargo, se cuestiona que la ley aprobada valoriza la energía generada casi a la mitad del precio al cual las empresas distribuidoras la venden a sus clientes, desincentivando de esta manera al pequeño generador que debe costear la inversión de los equipos y el análisis que certifique el correcto funcionamiento de éstos, por tal razón actualmente se dice que la ley es más bien *net billing* o facturación neta.

## ¿Cómo funciona la Ley de Generación Distribuida 20.571?

### Ejemplo de un Sistema Domiciliario Fotovoltaico



Fuente | Diario Financiero

## 2. Energía Eólica

Proviene del aprovechamiento de la energía cinética de los vientos que se transforma en energía mecánica a través de hélices o aspas que propulsan las turbinas y generadores para producir electricidad. Las turbinas se instalan en torres de hasta 130 metros de altura aproximados con rotores de 2-3 aspas, dependiendo del tipo de aerogenerador, de ejes horizontales o verticales.



**Generadores de ejes horizontales** son más comunes y están disponibles en tamaños desde uso doméstico hasta a gran escala para parques eólicos comerciales, son más eficientes que la versión vertical. Los problemas con las aspas horizontales son su dificultad para aprovechar vientos de menor velocidad y que generan mayor contaminación acústica. Son ideales para aprovechar los vientos de costas y colinas.



**Aerogeneradores verticales** tienen diversas formas y es una tecnología más reciente que la horizontal, son utilizados a menor escala, en iluminación urbana, escuelas, supermercados, casas y zonas que requieren bajo ruido. Pueden ser instalados a ras de suelo aprovechando los vientos de menor velocidad; su ubicación facilita su mantenimiento y disminuye los costos de montaje.



**Nuevo aerogenerador sin aspas o por vorticidad** recientemente presentado por la empresa española Deutecho, está construido de materiales piezoeléctricos<sup>8</sup> y fibra de vidrio o carbono que le dan una estructura semi-rígida, permitiéndole vibrar y oscilar al entrar en resonancia con el viento, produciendo así energía. Su diseño en forma de bate o pilar sin aspas requiere de menor superficie para su instalación, también menor mantención. Según sus creadores estos aerogeneradores reducen los costos de producción en un 53%, de operación en un 51%, y de instalación al no tener partes móviles y complejos mecanismos; a diferencia de los con aspas, funcionan sin importar la dirección y velocidad del viento; generan menor impacto ambiental relacionado con el ruido, riesgo y mortandad de avifauna. Son más eficientes, reduciendo en un 40% los costos en comparación con la eólica convencional, y la huella ecológica. Se proyecta construir en el corto plazo un Vortex de 20 a 25 m para mayor generación y, posteriormente, uno de más de 100 m con aún mayor rendimiento.

La energía eólica es considerada una de las fuentes renovables más limpias al no emitir gases efecto invernadero, pero su eficiencia es relativamente baja -25-40%-, debido a la intermitencia de los vientos. No altera los recursos hídricos, ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos, es decir, tiene una de las huellas hídricas más bajas en relación a las otras fuentes de generación, tanto ERNC como convencionales, lo que se puede considerar como un factor clave. Actualmente es una de las ERNC con mayor crecimiento en el mundo, tanto en los países emergentes como Chile, como en los desarrollados como Alemania, EEUU, España, Dinamarca. Es más, según estimaciones de la International Energy Agency, hacia mediados del siglo XXI casi el 20% de la demanda mundial de energía será abastecida por fuentes eólicas, dado su potencial, la madurez de la tecnología, sus bajos precios en relación a otras fuentes y la baja huella ecológica.

Sus efectos negativos se relacionan principalmente con el impacto visual sobre el paisaje donde se instalan, la contaminación acústica en las cercanías de los molinos o parques por el giro de los rotores eólicos, y los riesgos de mortandad para la avifauna e insectos. Estudios recientes indican que los grandes parques también alteran la vorticidad del aire y pueden tener efectos micro climáticos. Los impactos de la generación eólica dependen en parte del tamaño de los molinos y las aspas y como estos se siguen incrementando, aumenta con ello su visibilidad y los impactos mencionados. A esto se suma que los emplazamientos de mayor potencial eólico, por sus características geográficas, son frecuentemente zonas de alta visibilidad.

<sup>8</sup> | Al ser sometidos a tensiones mecánicas, adquieren cierta polarización eléctrica en su masa, generando un diferencial de potencial y cargas eléctricas de distinto signo en las caras opuestas de la superficie.

Los impactos de la generación eólica pueden preverse y minimizarse con una adecuada planificación del proyecto, considerando y descartando zonas protegidas por su fragilidad y riqueza ambiental, además de estudiar y considerar las rutas migratorias de las aves. Si se masifican los parques eólicos a gran escala, tanto el tamaño de los molinos como su cantidad para una mayor generación, la huella ecológica aumenta notoriamente debido al requerimiento de materiales, como cemento para los postes de hormigón y acero para las turbinas.

Se producen pérdidas en la generación eólica si las turbinas acumulan suciedad, polvo o hielo en las aspas.

### 3. Energía Hidroeléctrica

Un sistema hidroeléctrico produce electricidad aprovechando la energía cinética del agua de los ríos, proveniente de lluvias y deshielos cordilleranos. Los factores claves para la producción hidroeléctrica son los caudales y las pendientes.

Cabe destacar que en el contexto de la discusión energética nacional, empresarios del sector hidroeléctrico han declarado que “el agua de los ríos se pierde en el mar”, a lo cual se han sumado Presidentes de la República, así como ministros de energía.

Esto delata una grave ignorancia. El agua no se pierde durante el ciclo hidrológico, ni al desembocar en el mar, solo cambia de estado y ubicación<sup>9</sup>. Además con esto se desconoce el rol de los ríos como ‘alimentadores’ de los océanos con agua dulce y sedimentos orgánicos e inorgánicos (entre ellos las sales) de los que dependen dinámicas ecológicas, físicas y químicas clave de océanos y mares.

Existen dos tipos de centrales:

**a) Hidroeléctricas de pasada:** Con canales, tuberías o túneles a cota se desvía parte del caudal de un río, por distancias que pueden alcanzar decenas de kilómetros para lograr altura para la caída del agua hacia el fondo del valle y la casa de máquinas donde se encuentran las turbinas. Éstas están conectadas a generadores que producen finalmente la energía eléctrica. No requieren acumulación de agua en un embalse. También se pueden instalar turbinas en canales de riego –una suerte de central de pasada-, con considerablemente menores costos de implementación.



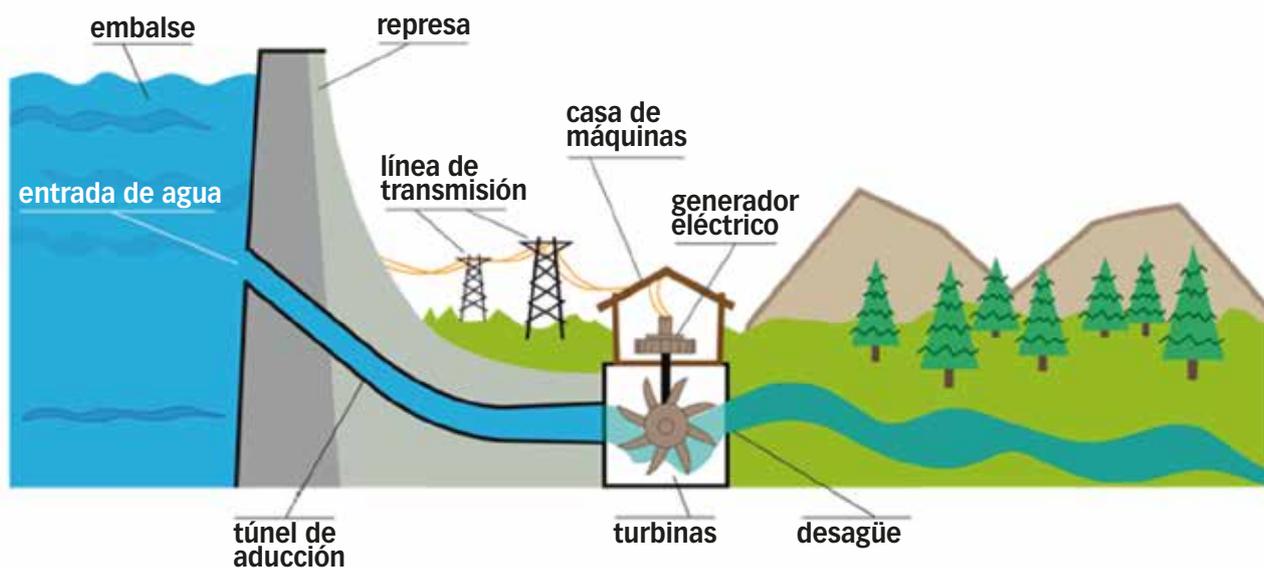
Fuente | [www.hidrollancail.cl](http://www.hidrollancail.cl)

<sup>9</sup> | El ciclo del agua es el proceso que sigue el agua al pasar de la Tierra a la atmósfera y, de nuevo, a la Tierra. Parece tan básico, sin embargo, altas autoridades y empresarios en Chile parecen desconocerlo.

**b) Hidroeléctricas de embalse o represa:** Mediante la construcción de un gran muro, o pretil, se interviene drásticamente un río, creando un reservorio donde se embalsan grandes cantidades de agua. Éstas son conducidas a túneles de aducción sumergidos, con agudas pendientes, donde el agua toma velocidad, precipitándose a las turbinas, donde su energía cinética hace girar las aspas a gran velocidad. Ejes conectados a generadores transforman este movimiento circular en

electricidad. Estas centrales exigen una importante inversión de capital en relación a las de pasada. La hidroelectricidad genéricamente suele ser considerada una fuente renovable, pero sólo las menores de 20MW son consideradas fuente no-conventional. Dado los graves impactos socio-ambientales provocados en la construcción y operación de grandes hidroeléctricas de embalse, actualmente existe un debate a nivel mundial respecto de si pueden seguir siendo caracterizadas como una fuente renovable de energía.

Las grandes centrales hidroeléctricas de embalse, con muros de una altura que de base a cresta excede los 15 metros, son una tecnología relativamente nueva cuya historia se remonta solamente a unos 80 años. En este período se ha comprobado que sus impactos sociales y ecológicos negativos son muy graves. La lista es larga. Los embalses destruyen irreversiblemente importantes tramos de los ríos e inundan grandes extensiones de tierras en forma permanente, destruyendo flora y fauna; alteran los ríos, provocando su degradación bio-ecológica desde el nivel local al global, con serias consecuencias para la biodiversidad (PNAS, 2007<sup>10</sup>); fragmentan el ecosistema fluvial obstaculizando las rutas migratorias y flujos génicos de peces y otros organismos. La manipulación periódica del flujo del caudal del río altera irreversiblemente la estructura física del cauce, degradando los ecosistemas ribereños y humedales asociados. Los impactos son literalmente multidimensionales. La captura en el embalse de los sedimentos orgánicos –nutrientes– vitales para la cadena alimentaria de la fauna íctica fluvial, e inorgánicos, indispensables para microorganismos marinos como las diatomeas, que están en la base de cadena trófica oceánica amplia el área de influencia negativa de los embalses a los ecosistemas litorales y la vida oceánica en general. Además, como todo cuerpo de agua, natural o artificial, los embalses hidroeléctricos emiten grandes cantidades de metano, GEI 30 veces más eficaz que el CO<sub>2</sub>. La masiva evaporación que se produce en los embalses durante los meses estivales altera la dinámica de flora y fauna, e incluso los patrones de los vientos a nivel de micro-cuenca<sup>11</sup>.



Corte longitudinal de una represa con sus componentes. Fuente Goodenergy.cl

**Las consecuencias sociales negativas de las grandes represas son proporcionales a sus múltiples impactos ambientales, por ellas millones de personas han sido relocalizadas y desplazadas -40 a 80 millones a nivel mundial- (WCD, 2000).**

10 | "Homogenization of regional river dynamics by dams and global biodiversity implications", PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA), 2007; 10.1073/pnas.0609812104. Ver también: "Minimizing environmental impacts of hydropower development: transferring lessons from past projects to a proposed strategy for Chile", Environmental Impacts of Hydropower development, P. Goodwin et al, IWA Publishing 2006 - Journal of Hydroinformatics, 08.4 - 2006.

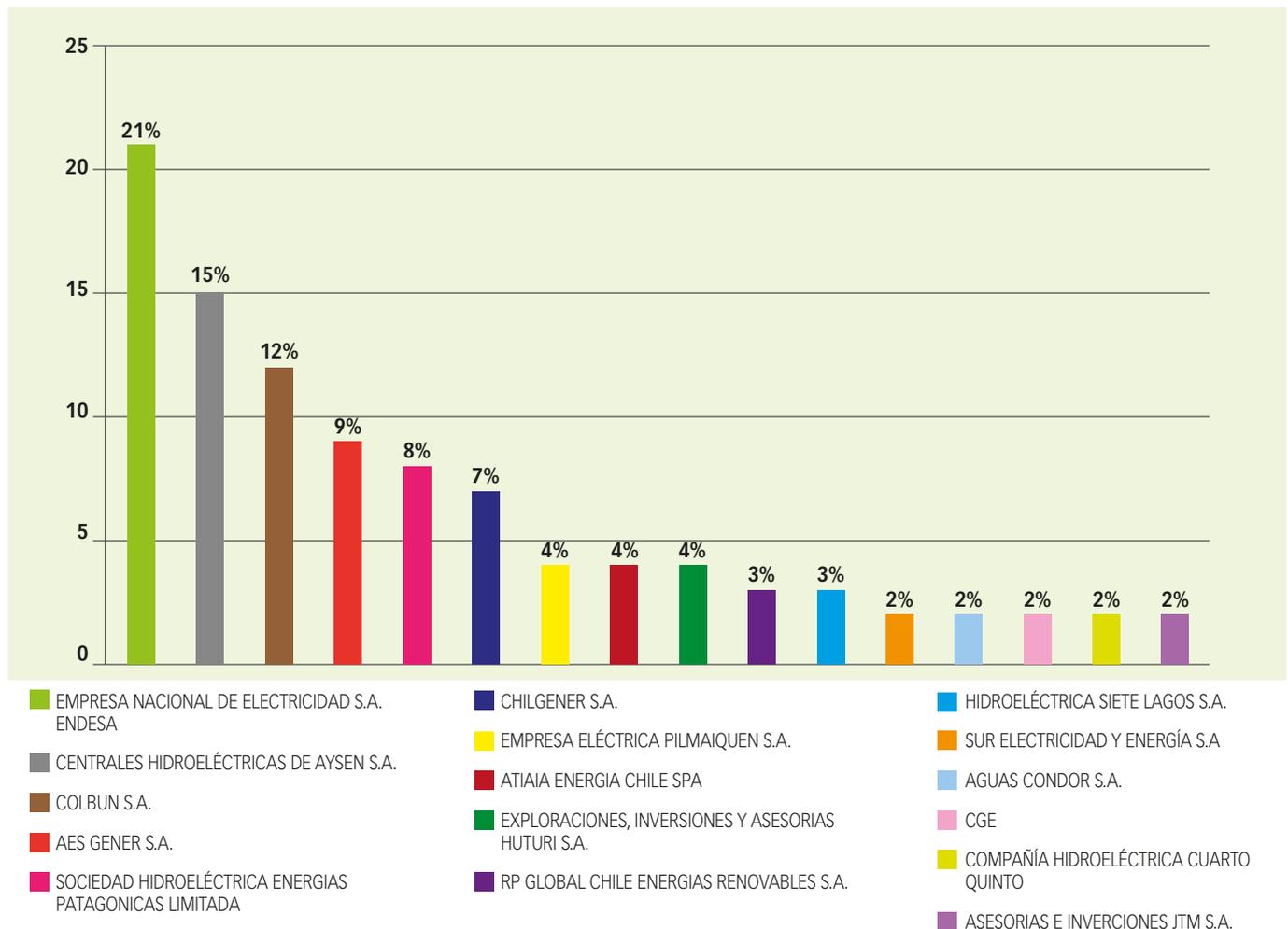
11 | La falsa Solución de las Grandes Represas – La Muerte de los Ríos, Juan Pablo Orrego, Ecosistemas. Versión impresa, junio 2015

A menor escala están las mini centrales, de hasta 20 MW, o micro centrales, de hasta 300 KW, que pueden ser de pasada o embalse, consideradas fuentes de energía más limpia al no producir emisiones, no consumir el agua utilizada, ni impactar mayormente el medio ambiente. La pequeña generación eléctrica en Chile produce cerca del 1,2% del total instalado al año 2011, según cifras del CER. Dado que se trata de una tecnología madura y eficiente, su costo de instalación y operación es relativamente bajo. La ley en Chile, para efectos del cumplimiento del porcentaje de ERNC en la matriz, acepta centrales de hasta 40 MW, reconociendo el 100% de los 20 MW de una central y un porcentaje de los MW restantes.

Los impactos de la hidroelectricidad son a menudo acallados. Sólo la fase de construcción de los grandes proyectos hidroeléctricos genera impactos irreversibles de gran envergadura, a pesar de no representar más del 10% de toda la vida útil de la planta. Este impacto, tiene que ver con las excavaciones, apertura de caminos, transporte de grandes cantidades de áridos, cemento, metales y combustibles. Se produce contaminación con

derrames, con emisión de polvo, material particulado, gases, ruido, y vibraciones debido a las tronaduras, intensidad de la operación de maquinaria pesada, y el incesante tránsito de vehículos de diversas escalas y tonelajes. Durante esta fase también hay deterioro de la calidad de las aguas del entorno, con pérdida de productividad biológica y de alteración de fauna íctica. La fauna terrestre es impactada por todos estos cambios y alteraciones en el ecosistema, la remoción de suelos y la pérdida de flora nativa. La fase de construcción también genera graves impactos socioculturales con el aumento repentino de la población, grandes campamentos, e influjo de personas motivadas por posibilidades de empleo temporal. Este *boom* genera fraccionamiento familiar y desplazamientos forzados, así como aumento de actividad delictiva. Los servicios sociales locales tienden a colapsar. Se afecta la actividad turística y la disponibilidad del recurso hídrico para actividades económicas locales.

### Titulares de derechos de aguas no consuntivos a nivel nacional\*



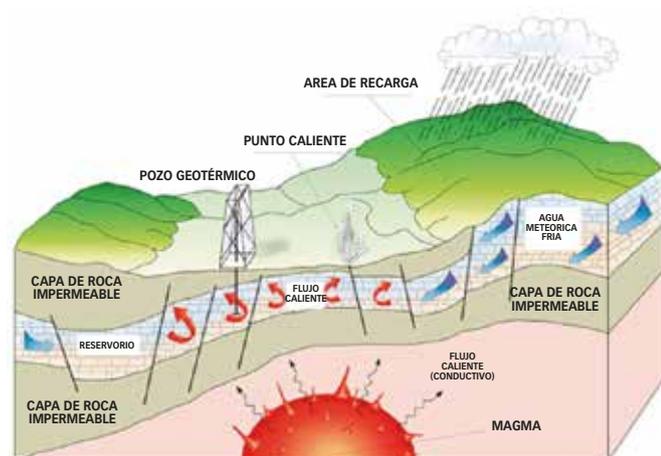
Creación propia según información DGA.

\* Superiores al 1% del total otorgado

## 4.- Energía Geotérmica

La geotermia se encuentra en volcanes, aguas termales, géiseres, fumarolas o grietas en la tierra por donde escapa vapor de gas sulfuroso volcánico. Para el desarrollo geotérmico se utiliza este calor que existe bajo la corteza terrestre para producir energía eléctrica o calórica (calefacción y agua caliente). Para la generación eléctrica, es necesario que existan acuíferos o depósitos de agua próximos a la fuente de calor, de manera que ésta alcance una temperatura de más de 150°C. La explotación geotérmica común se realiza perforando el suelo y extrayendo el agua caliente, si la temperatura del agua es suficientemente alta, sale en forma de vapor que es conducido por tuberías para accionar la turbina, produciendo electricidad gracias a un generador. A temperaturas más bajas también es posible aprovechar el agua para alimentar sistemas de calefacción, por ejemplo en el caso de Islandia el 90% de la calefacción domiciliar es producida por este medio. Existe otro sistema, de rocas calientes secas, utilizado en zonas de alto flujo calórico, donde no hay circulación de fluidos que transporten el calor, por lo que es necesario inyectar gases o líquidos para seguir un proceso como el descrito anteriormente.

La geotermia es considerada una fuente estable comparada con otras ERNC, su energía puede abastecer la demanda base de electricidad, sin embargo, su desarrollo es relativamente bajo frente a otras ERNC como eólica y solar. A nivel mundial, existen 24 países que generan unos 12.000 MW, mientras que en Chile recién comienza su desarrollo. El lento despliegue de esta tecnología se debe principalmente a los elevados costos de la etapa exploratoria y de los requerimientos técnicos específicos.



Corte longitudinal de la corteza terrestre y energía geotérmica. Fuente | www.achegeo.cl

Nuestro país posee un alto potencial geotérmico, equivalente a unos 15.000 MW, debido a que está ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico<sup>12</sup>. Cuenta con aproximadamente 3.000 volcanes, de ellos unos 150 activos y otros 150 sin actividad. Durante los últimos años varios volcanes del sur de Chile han tenido actividad: Chaitén en 2008, Puyehue en 2012, Villarrica y Calbuco en 2015.

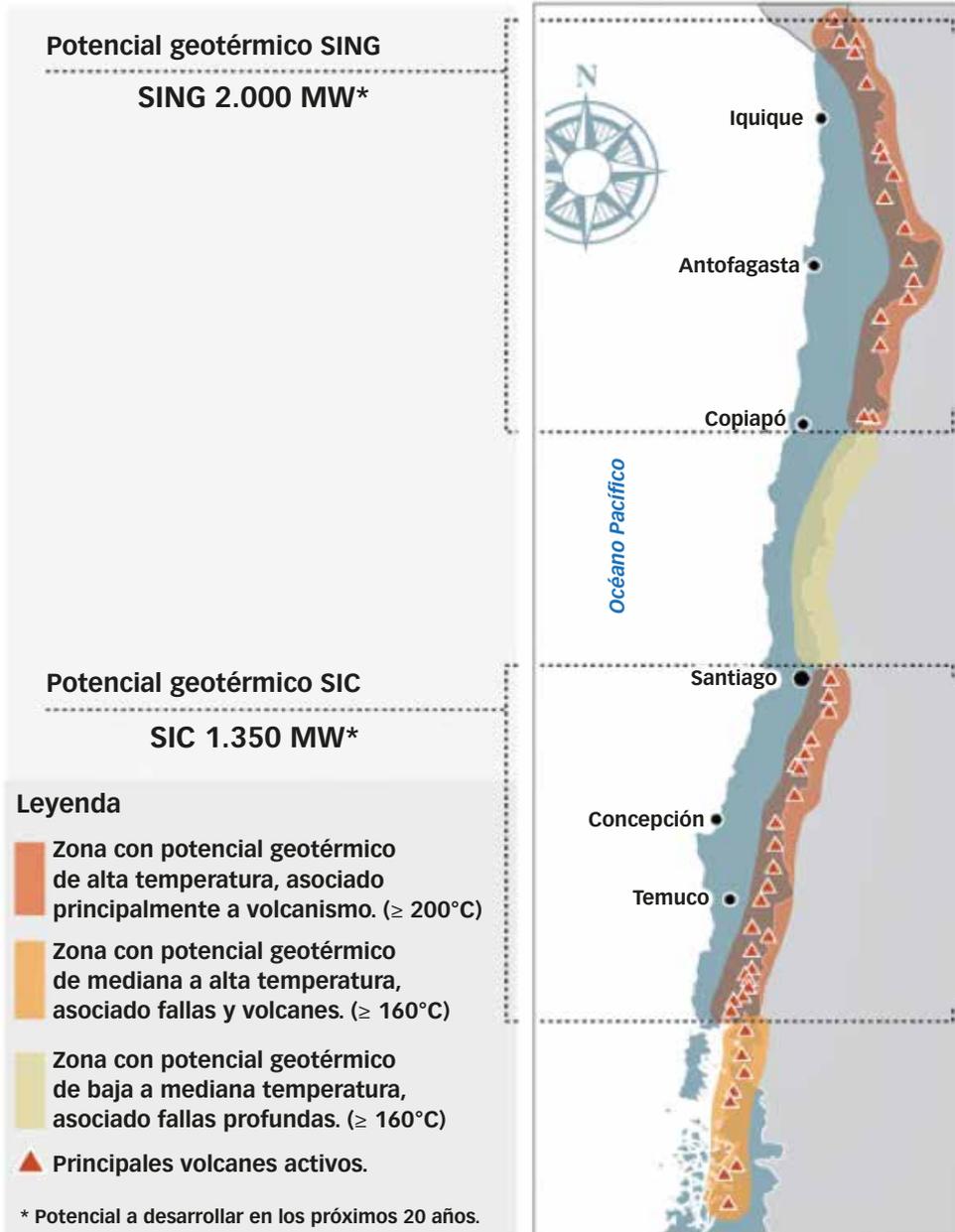
La Central Cerro Pabellón ubicada en Ollagüe, región de Antofagasta será la primera central geotérmica de Chile y Sudamérica, instalada a 4.500 metros sobre el nivel del mar, utilizando 136 hectáreas. El proyecto de 50 MW, recientemente aprobado, entraría en operación con su primera unidad de 24 MW en 2017, y completaría su operación con la puesta en marcha de la segunda unidad en 2018. La energía generada sería conectada al SING/Sistema Interconectado Nacional.

El titular, Geotérmica del Norte (GDN) del consorcio Enel/Enap (51,4%/48,6%) obtuvo la autorización ambiental de Cerro Pabellón a pesar del mal precedente que dejó en 2009 al realizar prospecciones en el sector turístico de los géiseres del Tatio, Antofagasta, provocando una fractura con fuga de vapor y agua de 60 metros de altura. El hecho generó rechazo local al desarrollo de esta fuente, pero hay que señalar que el problema es haber permitido explorar en una zona frágil, de alto valor cultural, turístico y ambiental. La empresa fue multada en 2011 con 100 UTM (\$4.052.800) por una serie de incumplimientos de mitigaciones comprometidas para reparar en parte el daño ambiental. El accidente sigue pesando en la comunidad nortina, quien ha manifestado su preocupación por las perforaciones que debe realizar la empresa que podrían significar impactos socio-culturales y ambientales.

En el año 2000 se promulga la Ley N° 19.657 de Concesiones Geotérmicas para regular las actividades de explotación del recurso -actualizada en marzo de 2013 vía Decreto 114- lo cual ha derivado en numerosas solicitudes de exploración (85 aprox.), levantando incluso la alerta de un mercado especulativo. El Ministerio de Energía ha otorgado hasta la fecha, 74 concesiones de exploración y 8 concesiones de explotación, según Sernageomin.

En la explotación geotérmica se producen residuos y, en caso de ocurrir accidentes, se pueden liberar sustancias tóxicas, como arsénico y amoníaco, y contaminar fuentes de agua próximas; también ácido sulfhídrico y CO<sub>2</sub>, aunque habitualmente éstos son mínimos comparados con las emisiones por la quema de los combustibles fósiles.

<sup>12</sup> | Cordón volcánico de 40.000 kilómetros en forma de arco que bordea el océano Pacífico, reconocido por su gran actividad geotérmica. En Sudamérica atraviesa Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú.



Fuente | [www.energiandina.cl](http://www.energiandina.cl)

## 5.- Energía de la Biomasa

La biomasa se define como materia orgánica de origen vegetal o animal proveniente de su transformación natural o artificial, que puede utilizarse directamente como combustible en sistemas tradicionales de generación, o para procesar derivados como el biogás. Es una de las fuentes energéticas más antiguas y ampliamente usadas en el mundo, representando alrededor del 10% del total de la energía primaria global. Actualmente se utiliza biomasa en el transporte, calefacción y generación de electricidad.

La producción de biomasa se inicia en una planta donde se controla su calidad, si llega en bruto, se procesa quitándole posible suciedad, si es necesario, también se reduce su tamaño. Luego, se quema en una caldera controlando las condiciones de combustión (temperatura, flujo de aire, etc.). El calor producido convierte el agua en vapor que circula por tuberías y mueve una turbina generando electricidad.

En Chile se usa biomasa para producir electricidad e inyectarla a la red, mediante plantas de cogeneración eléctrica que aprovechan los residuos energéticos de procesos industriales como la producción de celulosa. También se extrae biogás desde vertederos de basura por medio de pozos perforados o chimeneas y cuya extracción debe ser hecha a menor velocidad de la generación del biogás, para evitar penetración de aire atmosférico al interior del relleno, lo que disminuiría el contenido calórico del gas. Una vez procesado el biogás, sea usa como componente del gas de ciudad.

La discusión sobre la sustentabilidad de la biomasa surge porque para generar energía se necesitan grandes cantidades de material vegetal o desecho animal. Incluso, ante la demanda ya se planea "elaborar" vegetales apropiados en laboratorios. En Europa la creciente demanda en un futuro cercano superaría la disponibilidad de residuos orgánicos extraídos de la explotación forestal o cultivos dendroenergéticos, aumentando la presión sobre los bosques europeos y mundiales, según European Environmental Bureau (EEB)<sup>13</sup>. Por otro lado, en la urgente lucha contra el calentamiento global, surgen voces de alerta sobre la cantidad de emisiones de GEI por la quema de biomasa forestal<sup>14</sup>.

El proceso de generación de energía a través de la biomasa es contaminante debido a los gases liberados durante su combustión, entre ellos CO<sub>2</sub> y óxido de nitrógeno; también ácido clorhídrico y dioxinas, derivados de pesticidas halogenados. Esto puede ser reducido con incineradores modernos o prácticas agrícolas con menor uso de químicos, que sin embargo son escasas.

Otro factor a considerar es el uso intensivo de agua en el proceso.

<sup>13</sup> | EEB agrupa a 143 organizaciones ecologistas europeas.

<sup>14</sup> | Space for energy crops. Assessing the potential contribution to Europe's energy future, European Environmental Policy (IEEP).

A pesar que este tipo de generación utiliza materias orgánicas consideradas desechos hay que recordar que en la naturaleza nada se pierde. En el caso de la biomasa forestal, si permaneciera en los suelos podría compensar los impactos de talas rasas, arrastre de troncos, etc. En un bosque estos desechos son parte fundamental del ciclo de materia y energía del ecosistema.

## 6.- Energías Marinas

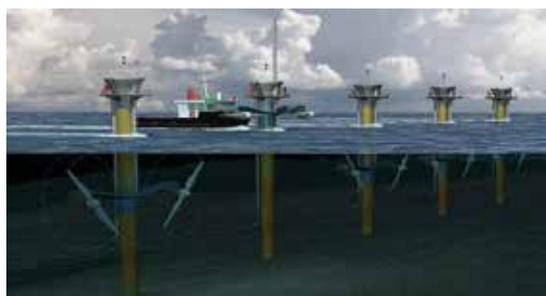
Las dinámicas aguas salinas de los mares son una fuente de energía multifacética que puede ser aprovechada en forma diversa para generar electricidad: desde la oscilación del nivel del mar entre mareas, a la fuerza de las olas y de las corrientes marinas, e incluso del gradiente de salinidad y temperatura del agua.

En nuestro país, las energías marinas ha despertado interés, por ello en junio 2015, gracias a un convenio entre los gobiernos de Chile y Francia, se crea el centro Marine Energy Research and Innovation Center (MERIC) para desarrollar conocimiento, propiciar la integración y promoción de las tecnologías marinas, y en un futuro próximo, aportar a la diversificación de la matriz energética nacional y al avance tecnológico nacional e internacional.

### 6.1 Energía Mareomotriz

Se obtiene energía mareomotriz al aprovechar la diferencia de altura media de las mareas, provocadas por las fuerzas de atracción gravitatoria entre la Luna, la Tierra y el Sol. El sistema es sencillo. Se construye una mini represa o muro en una bahía para acumular el agua durante la marea alta. Al bajar la marea se crea una diferencia de altura haciendo fluir caudales a presión hacia turbinas conectadas a generadores.

Sus principales inconvenientes son los costos de instalación y mantenimiento, la baja eficiencia de la tecnología, además del impacto considerable en la flora y fauna acuática local. Estos factores han detenido el desarrollo de este tipo de generación.



Fuente | [www.proyectopv.org](http://www.proyectopv.org)

## 6.2 Corrientes marinas (inerciales)

Se utiliza el movimiento de las corrientes marinas para accionar turbinas. Esta fuente presenta la ventaja de ser muy predecible, aunque, en la actualidad, sólo existe información sobre las corrientes en determinadas zonas del planeta. Se utilizan estructuras apoyadas por gravedad en el fondo marino, ancladas o flotantes.

Existen distintos diseños, por ejemplo de aspas verticales u horizontales. Algunos se encuentran aún en la fase conceptual y bajo trámite de patente, otros en etapa de desarrollo, muy pocos han alcanzado un nivel precomercial.

El mayor impacto se relaciona con el aumento de la temperatura del agua que podría ocasionar cambios en el ecosistema marino y en el transporte de sedimentos. Sin embargo, se evalúa que los impactos son bajos ya que las turbinas no emiten gases contaminantes y las palas se mueven a una velocidad lenta, lo que no evita que pueda afectarse en menor medida la pesca y, en el caso de las turbinas flotantes, pueden significar un riesgo para la navegación.



Turbina subacuática Voigt Hydro. Copyright Voith Hydro.

## 6.3 Energía de las Olas (Undimotriz)

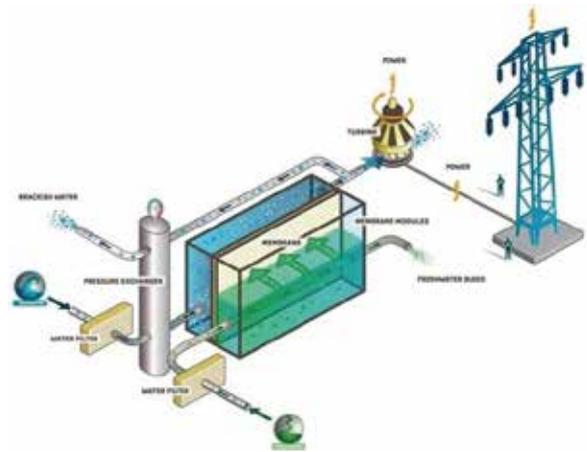
Las olas son el resultado de la energía de los vientos que soplan a lo largo de cientos o miles de kilómetros sobre la superficie del mar. Una de las características de las olas es su capacidad de desplazarse por grandes distancias manteniendo esta energía, que termina siempre disipándose en el borde costero.

Existen numerosas tecnologías para el desarrollo undimotriz, pero el más utilizado es un sistema de boyas ubicadas en el mar cerca de la costa que mueven pistones o émbolos conectados a generadores. La electricidad es conducida hasta la costa a través de cableados submarinos. Otro sistema simula una serpiente marina flotante, conformada de elementos tubulares articulados entre sí. El movimiento relativo entre estos elementos mueve los pistones conectados a generadores. El principal problema con estas tecnologías es que el tamaño y la frecuencia de las olas no son constantes, ni predecibles como ocurre con las mareas.

## 6.4 Energía Osmótica o azul

Aprovecha el gradiente salino que se produce en las desembocaduras de los ríos a los océanos. Su nombre proviene de 'osmosis' que es un fenómeno físico donde al separar dos disoluciones de diferente salinidad con una membrana semipermeable, las moléculas de agua atraviesan la membrana desde la solución de menor concentración a la de mayor concentración. La tecnología para generar energía osmótica consiste básicamente en dos cámaras separadas por una membrana artificial semipermeable, una contiene agua dulce y la otra agua salada. La sal del agua marina hace que el agua dulce atraviese la membrana generando presión. A la escala apropiada esta presión puede mover una turbina. La empresa noruega Statkraft es la precursora en el uso de esta fuente.

Sin embargo, su operación altera el equilibrio dulce/salino de los estuarios, con severas consecuencias para estos ecosistemas. El alto costo de la tecnología además es un desincentivo para su desarrollo.



Planta energía osmótica, turbina y generador. Fuente | [www.sustentator.cl](http://www.sustentator.cl)

## 6.5 Energía Maremotérmica u OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion)

Se obtiene energía utilizando el gradiente térmico de los mares y océanos, es decir la diferencia de temperatura entre sus aguas superficiales y profundas. Las superficiales tienen mayor temperatura por efectos de la radiación solar, mientras las profundas son mucho más frías. Para generar electricidad debe haber una diferencia de temperatura entre 20°C mínimo en la superficie y entre 7 y 0°C en el fondo del océano. Por ello los proyectos OTEC se desarrollan habitualmente en zonas ecuatoriales, subtropicales y cerca de las costas.

Ya existen este tipo de centrales en Hawaii y Japón, y se prevé construir otras, en las islas Hawaii y Bahamas.

La organización norteamericana Ocean Energy Council, que estudia el aprovechamiento de la energía oceánica, calculó que aprovechando el 1% de la energía potencial generable por OTEC se cubriría entre 100 y 1.000 veces el consumo eléctrico actual mundial.

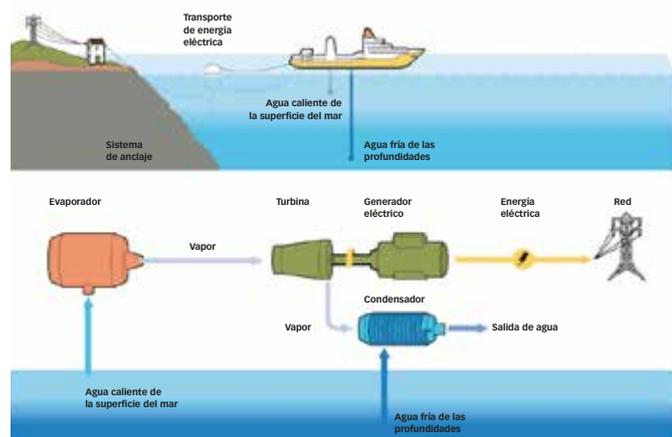
Para generar energía maremotérmica se utilizan centrales térmicas, que pueden ser de **ciclo cerrado** donde el agua de la superficie del mar es bombeada a un intercambiador de calor que vaporiza un fluido con un punto de ebullición bajo (amoníaco o freón). El vapor en expansión mueve un turbo-generador y origina electricidad. El agua fría del fondo del mar es bombeada a través de un segundo intercambiador de calor, que convierte de nuevo el vapor en líquido. También pueden ser de **ciclo abierto**, donde el agua de la superficie se deposita en un contenedor a baja presión para que hierva, quedando libre de sal, la que se deposita en un recipiente, y el vapor en expansión impulsa una turbina conectada a un generador. El vapor de agua se condensa nuevamente a líquido por la exposición a las bajas temperaturas de las aguas profundas. Una central híbrida combina las características de los dos sistemas anteriores.

En todos los sistemas, el agua de la superficie marina actúa como fuente de calor y el agua fría de la profundidad como refrigerante. En este proceso se pueden obtener subproductos como agua fresca, para sistemas de refrigeración y acuicultura, y agua desalinizada.

Los problemas de la tecnología son principalmente las alteraciones de las temperaturas del mar y de las condiciones meteorológicas, ocasionadas por el bombeo de millones de litros de agua profunda fría hacia la superficie. Por otro lado, eventuales derrames de amoníaco o freón utilizados en el proceso, o de sal, producto de la evaporación del agua, podrían afectar el ecosistema marino. Uno de los desincentivos al desarrollo de la tecnología es su alto costo.

Aunque el potencial de todas las energías marinas es enorme debido a la importante presencia de océanos y mares en nuestro planeta, las tecnologías para aprovecharlas se encuentran en una fase incipiente, pueden considerarse inmaduras, por lo tanto, se requiere realizar más investigación para identificar los potenciales impactos en la fauna, por ejemplo en cetáceos, en cada una de las fases de desarrollo y operación de las plantas, y también considerar sus efectos acumulativos. Tanto sus costos como riesgos de inversión aún son altos.

### Esquema conceptual de una central maremotérmica



Fuente | [www.elmundodecerca.com](http://www.elmundodecerca.com)

### Factor de planta por tecnología

El factor de planta es la cantidad de energía que una fuente efectivamente genera en un determinado período. Se calcula dividiendo la energía producida en un año, por la energía que la central generaría en el mismo período funcionando a plena capacidad.

Tecnología	Factor de planta (%)
Hidroeléctrica de pasada	50-60
Eólica	25-40
Termosolar CSP 8 hrs. almacenamiento	70-90
Solar fotovoltaica	20-35
Geotérmica	88-92
Termoeléctrica GNL	50-80
Termoeléctrica carbón	89
Diesel –respaldo-	15
Biomasa	60

Elaboración propia según datos de Desafíos y oportunidades de inserción ERNC en Chile, Hugh Rudnick, 2014.

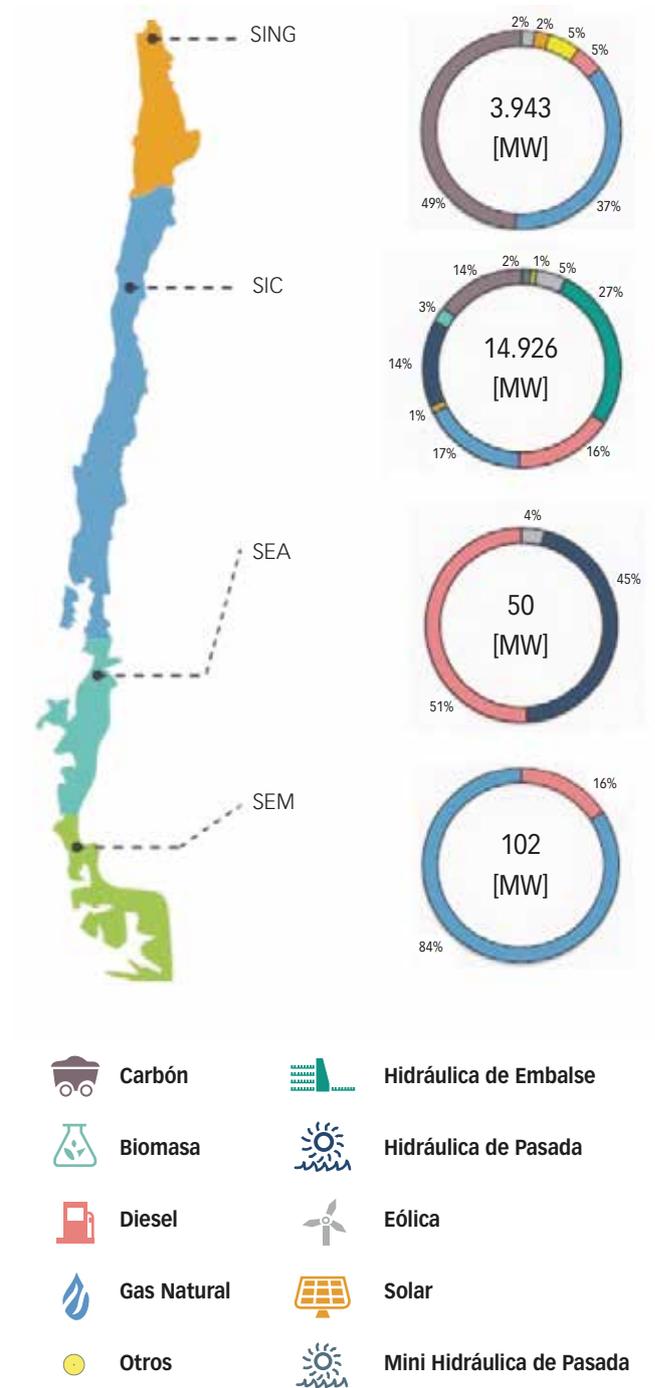
## V. Mapa del estado de las ERNC en Chile

### V. 1 Capacidad instalada

El año 2014 nuestro país contó con una generación eléctrica total (ERNC y convencional) de 70.566 GWh, conformada por 52.265 GWh en el SIC; 17.674 GWh en el SING, y 136 GWh y 297 GWh en los sistemas eléctricos de Aysén (SEA) y Magallanes (SEM) respectivamente. A esa misma fecha, la capacidad instalada alcanzó los 19.027 MW, desglosados en 14.923 MW en el SIC, 3.943 en el SING y 161 MW entre SEA y SEM. A febrero 2015 los proyectos de generación eléctrica en etapa de construcción para el SIC y SING son 53, con una capacidad instalada de 4.559 MW.

La capacidad instalada en ERNC, alcanzó los 2.118 MW. Hay además 1.499 MW en construcción, de los cuales el 78% corresponde a proyectos solares fotovoltaicos, consolidando el boom solar que vive el país.

### Capacidad instalada ERNC y convencional



Fuente | CDEC - SIC / CDEC - SING y CNE

### Capacidad instalada ERNC

Tecnología	Operación	Contrucción	Resolución ambiental aprobada	En calificación
Biomasa	422	0	134	72
Biogás	43	0	1	8
Eólica	832	165	5.513	2.032
Mini Hidráulica	368	57	337	215
Solar - PV	516	1.167	8.173	4.986
Solar - CSP	0	110	760	370
Geotermica	0	0	120	0
<b>Total</b>	<b>2.118</b>	<b>1.499</b>	<b>15.037</b>	<b>7.683</b>

Tabla 1 - Estado de Proyectos ERNC (MW) al 28 de febrero. Fuente | CIFES, SEA, CDEC, CNE. Marzo 2015

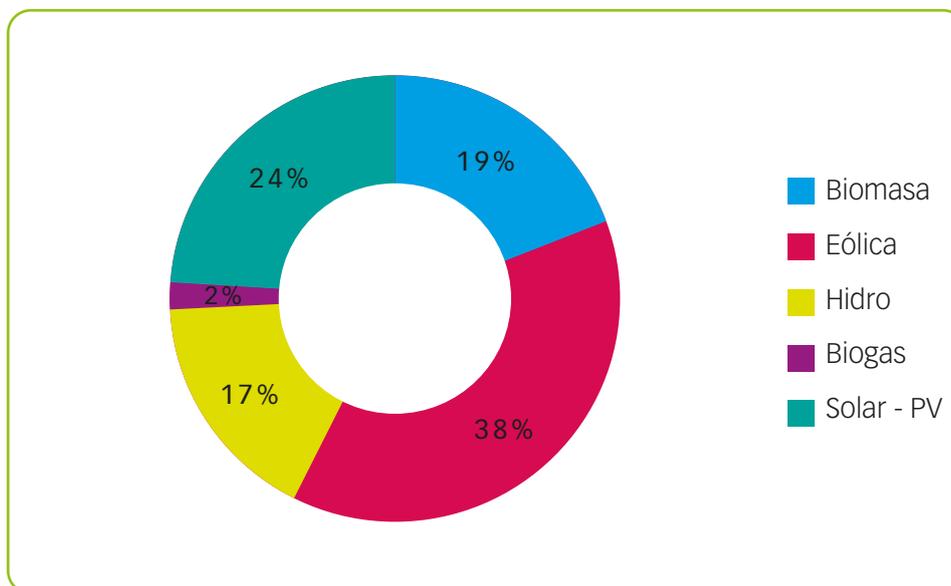


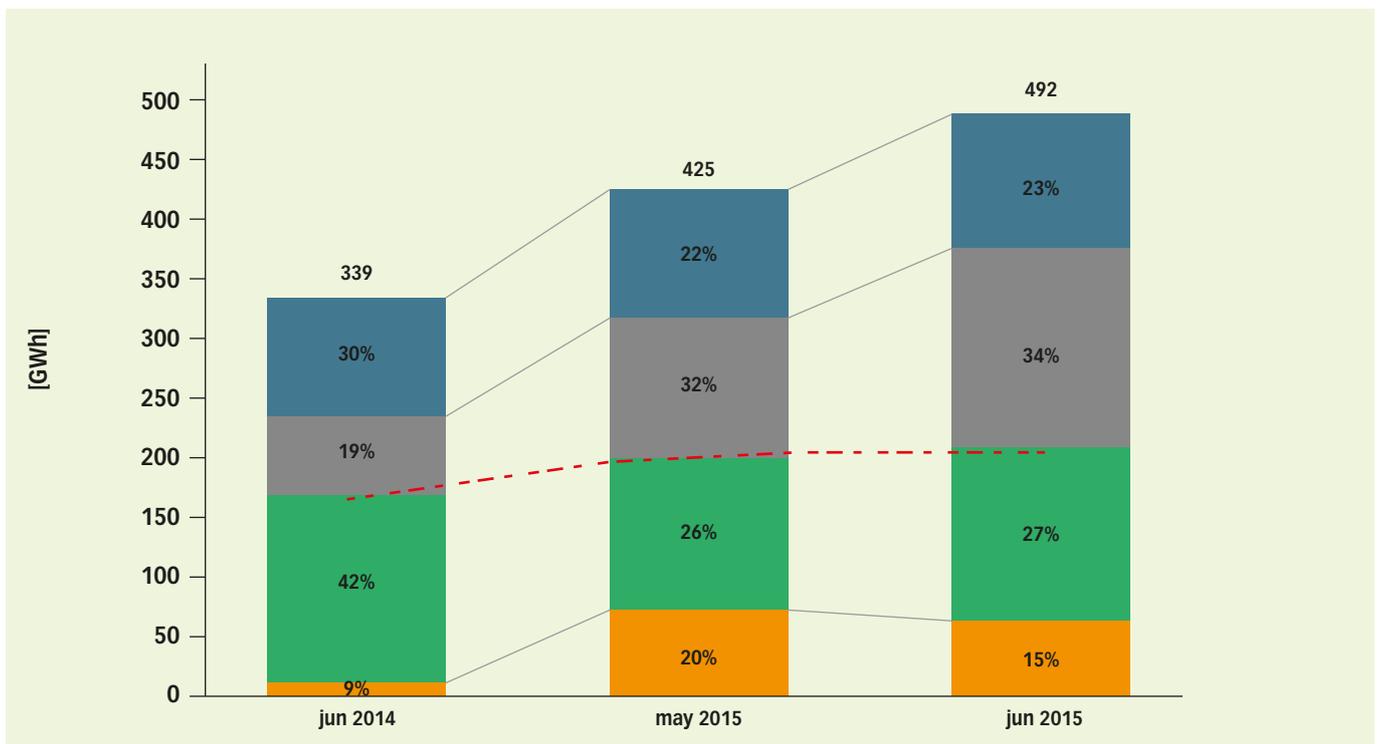
Figura 2 - Capacidad Instalada ERNC, al 28 de febrero 2015. Fuente | CIFES, SEA, CDEC, CNE. Marzo 2015

Las tres regiones con mayor número de iniciativas en calificación son: Atacama con 2.527 MW, Antofagasta con 1.314 MW y Biobío con 745 MW. Las regiones con más proyectos con RCA aprobada son también de la zona norte: Antofagasta con 6.058 MW, Atacama con 3.689 MW y Coquimbo con 1.450 MW, coincidiendo con sus condiciones ambientales favorables para la implementación de parques eólicos y fotovoltaicos.

Cabe mencionar que durante el año 2015, el porcentaje de obligación de la Ley 20.257 es de 5,5% de los retiros de electricidad afectos, mientras que la Ley 20.698<sup>18</sup> establece que al año 2025 el 20% de la energía comercializada debe provenir de fuentes no

convencionales, e introduce mecanismos de licitación de bloques de ERNC para apoyar el cumplimiento de esta nueva meta, un 9% al 2015. En tanto, la obligación del período alcanza los 201,24 GWh, mientras que la inyección de electricidad proveniente de fuentes de ERNC efectiva registrada fue de 491,90 GWh, lo que equivale a un 107 % sobre la obligación, mostrando una clara y auspiciosa tendencia. En cuanto al desglose por tecnologías indica que los aportes están encabezados por la eólica con 167,35 GWh, biomasa con 133,52 GWh, centrales mini hidro con 115,14 GWh y solar con 75,89 GWh, las dos últimas mostrando una ligera contracción en relación al año anterior.

### Cumplimiento de Leyes ERNC por Tecnología



Fuente | CDEC-SIC/CDEC-SING, Agosto 2015.

-  Eólica
-  Bioenergía
-  Solar fotovoltaico

-  Mini Hidráulica de Pasada
-  Obligación Ley

18 | "La obligación aludida en el inciso primero será del 5% para los años 2010 a 2014, aumentándose en el 0,5% anual a partir del año 2015. Este aumento progresivo se aplicará de tal manera que los retiros afectos a la obligación al año 2015 deberán cumplir con el 5,5%, los del año 2016 con el 6% y así sucesivamente hasta alcanzar el año 2024 el 10%, para los contratos celebrados con posterioridad al 31 agosto de 2007 y con anterioridad al 1 de julio de 2013. Para los contratos firmados con posterioridad al 1 de julio de 2013, la obligación aludida será del 5% al año 2013, con incrementos del 1% a partir del año 2014 hasta llegar al 12% el año 2020, e incrementos del 1,5% a partir del año 2021 hasta llegar al 18% el año 2024, y un incremento del 2% al año 2025 para llegar al 20% el año 2025. El mecanismo de licitación será aplicable a contar del año 2015."

## VI. Conflictos de las ERNC: algunos casos

Las ERNC no están exentas de provocar impactos negativos, tal como se ha explicado anteriormente, ello dependerá de la tecnología, de la escala, de cómo se diseñan, evalúan, y desarrollan, y de su ubicación. Es clave considerar los impactos potenciales de la fase de construcción (camino, perforaciones, tránsito de maquinaria pesada, etcétera), así como de la fase de operación. El eventual abandono de obras también debe ser considerado ex-ante.

Toda central eléctrica provoca cambios sociales, económicos y ambientales a nivel local e incluso regional, desatando en algunos casos conflictos con las comunidades. Para los proyectos de ERNC también es clave la información oportuna, el tipo y nivel de intervención y de presión de las empresas para lograr la licencia social, así como el rol que asuman los gobiernos a nivel local y nacional como garantes de los derechos ciudadanos y la justicia ambiental. Hasta ahora, en torno a conflictos por centrales energéticas, se ha dado una gran asimetría entre empresas y comunidades, donde el Estado y los Gobiernos han sido los grandes ausentes o más bien han actuado por omisión, en vez de ser proactivos en 'nivelar la cancha'. Esto es aún más grave cuando la participación ciudadana en el proceso de evaluación ambiental no es vinculante sino meramente testimonial. A la gente simplemente se le informa lo que va a ocurrir en sus territorios, es decir la decisión tomada por una empresa, mientras el gobierno invita al seudo proceso de participación ciudadana, donde posteriormente priman las decisiones políticas sobre las técnicas. De hecho, hay un sinnúmero de proyectos autorizados políticamente, cuando en sus informes técnicos las autoridades competentes solicitaron su categórico rechazo debido a la mala calidad de los estudios, falta de información esencial, etc.

Lo que suceda con las demandas sociales, la transparencia en la información desde la fase de diseño de un proyecto, la fiscalización del proceder empresarial por parte de la autoridad, son elementos clave que definirán las relaciones entre todos los actores y determinarán la conflictividad, fracaso o éxito pleno de una iniciativa.

Las demandas de las comunidades afectadas por proyectos renovables son las mismas que se realizan respecto de todo tipo de proyectos energéticos: estudios de impacto ambiental de calidad, que incluyan impactos directos e indirectos, así como los acumulativos; consulta ciudadana previa a cualquier obra, más aún si hay pueblos originarios comprometidos; acceso a información fidedigna durante todo el proceso, entre otras.

Algunos de los impactos provocados por el desarrollo intensivo de fuentes renovables son la migración forzada de comunidades rurales hacia zonas urbanas, deforestación por tala de bosques reemplazándolo por grandes extensiones de plantaciones destinadas a biomasa, intervención en las rutas migratorias de las aves e insectos por parques eólicos, degradación de paisajes, entre otros.

En Chile, la necesidad de diversificar la matriz eléctrica aceleró el despliegue de las ERNC, generando también algunos conflictos.

### Caso 1. Hidroelectricidad en La Araucanía

En la Región de La Araucanía existe un enjambre de conflictos, actuales y potenciales, debido al sobre-otorgamiento de derechos de agua no-consuntivos, un total de 59 -22 y 37 en los ríos de los sectores de Pucón y Curarrehue, respectivamente- desencadenando una alerta en las comunidades mapuche, el sector turístico, los pequeños agricultores y la comunidad en general. Desde el año 2011 a la fecha se están ejecutando aproximadamente 15 proyectos hidroeléctricos de pasada, evaluados en el SEA solo a través de Declaración de Impacto Ambiental (DIA) –por su menor tamaño- para instalarse en territorio mapuche en Angol, Vilcún, Melipeuco, Curacautín, Pitrufrquén, Cunco, Curarrehue, Pucón y Freire.



Los puntos rojos corresponden a derechos de aguas no consuntivos otorgados en Pucón y Curarrehue según datos de la DGA. Foto: Federico Medina.

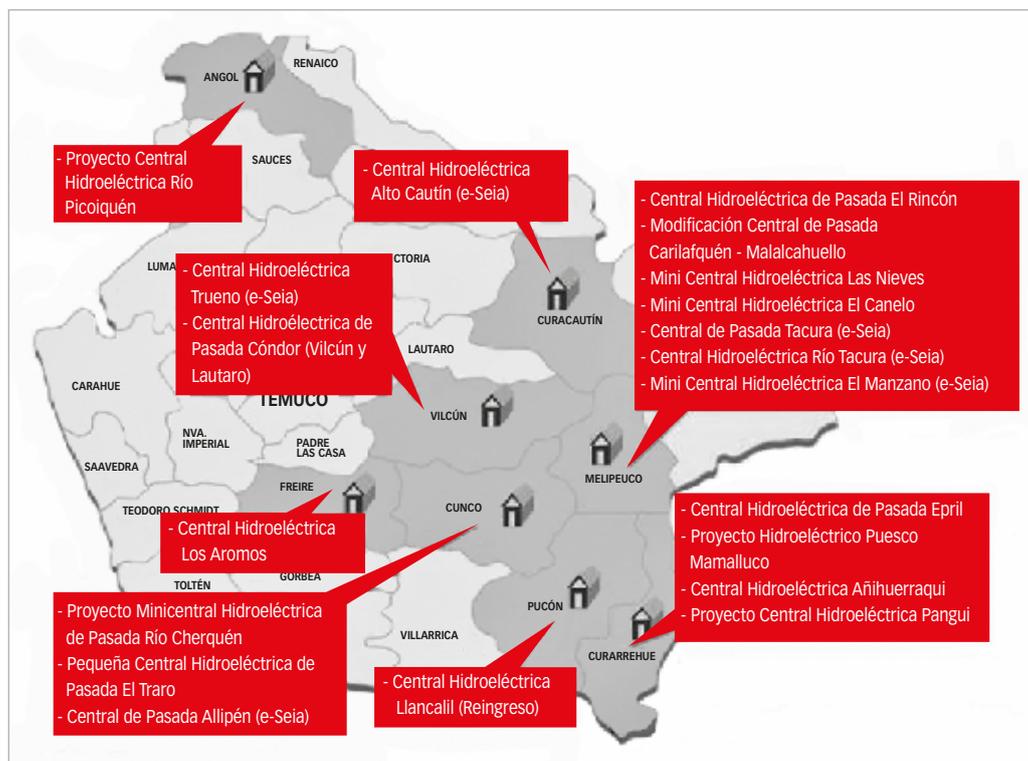
La baja fiscalización en el terreno ha generado un perverso mercado con la consecuencia que en ciertas regiones como la Araucanía se implementaron numerosos pequeños proyectos hidroeléctricos, que han pasado desapercibidos por la atención generada por otros conflictos en torno a mega proyectos como HidroAysén y Alto Maipo. Sin embargo, la red de proyectos en su conjunto ha encendido la alarma en las comunidades, que denuncian serias amenazas a su cultura y al equilibrio ecosistémico e integridad ambiental del territorio -caracterizado por parques nacionales y especies endémicas- así como a la economía local, desarrollada en torno al turismo. Las comunidades dependen de la suerte que 'corran' sus ríos.

### Enjambre hidroeléctrico en La Araucanía<sup>19</sup>

1. Central de pasada Trueno de 4,15 MW	US\$ 6.8 M	río Trueno - Vilcún	Evaluada con DIA, aprobada y en funcionamiento.
2. Central de pasada Picoiquén de 19,2 MW	US\$ 48 M	río Picoiquén - Angol	Evaluada con DIA, aprobada y en funcionamiento.
3. Central de pasada El Manzano, 4,7 MW	US\$ 7.4 M	estero el Manzano Melipeuco	Evaluada con DIA, aprobada.
4. Central de pasada Alto Cautín, 6 MW	US\$ 8.8 M	río Cautín Curacautín	Evaluada con DIA, aprobada y posteriormente detenida.
5. Central de pasada Carilafquén Malalcahuello, 29 MW	US\$ 28 M	ríos Carilafquén y Malalcahuello	Evaluada con DIA, aprobada.
6. Central de paso Tacura, 7,7 MW	US \$ 5.2 M	río Tacura y el estero Lautaro - Melipeuco	Evaluada con DIA, aprobada.
7. Central de pasada Allipén, 2,7 MW	US\$ 5.5 M	río Allipén - Cunco	Evaluada con DIA, aprobada.
8. Central de pasada El Canelo, 5,4 MW	US\$ 16 M	río El Canelo Melipeuco	Evaluada con DIA, aprobada.
9. Central de pasada Panguí, 9 MW	US\$ 20 M	río Panguí Curarrehue	Evaluada con DIA, aprobada.
10. Central Los Aromos, 19,9 MW	US\$ 91 M	río Toltén - Freire	Evaluada con EIA, en calificación.
11. Central de pasada El Rincón, 11 MW	US\$ 24 M	río Triful Triful Melipeuco	Desistido por la empresa proponente luego de recibir un Informe Consolidado negativo porque DIA no contempló la alteración significativa en comunidades, ecosistemas y actividades económicas.
12. Central de pasada Doña Alicia, 6,3 MW	US\$ 20 M	río Cautín Curacautín	Evaluada con DIA, rechazada por el SEA Araucanía porque podría alterar en forma significativa el valor turístico y paisajístico de la zona; la empresa presentó un estudio de impacto ambiental.
13. Central de pasada Añihuerraqui, 9 MW	US\$ 22 M	estero Añihuerraqui Curarrehue	Evaluada con EIA, aprobada.
14. Central de pasada Cóndor, 5,4 MW	US \$ 17 M	río Trueno - Vilcún	Evaluada con DIA, aprobada.
15. Central de pasada El Traro, 6,8 MW	US \$ 13,6 M	río Traro - Cunco	Evaluada con DIA, desistido por el titular del proyecto.

19 | Entrevista Consejero Regional de La Araucanía, Daniel Sandoval, LaNovena.cl Junio 2014.

## Proyectos Hidroeléctricos por Comuna



Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Fuente | [www.elciudadano.cl](http://www.elciudadano.cl) "Pequeñas hidroeléctricas" en Pucón y Curarrehue: Negro futuro para la capital del turismo de aventura en Chile, Octubre 2014

## Caso 2. Parque eólico en reserva de Hualpén

Otra polémica se ha desatado en la Región del BíoBío, porque al medio de la península de Hualpén, declarada Santuario de la Naturaleza en 1976, sitio reconocido internacionalmente como IBA (Important Bird Area) en 2014, la empresa española Enhor pretende instalar 10 aerogeneradores de 80 m de altura para generar 20 MW que se entregarían al SIC. El Parque Eólico Altos de Hualpén, aprobado ambientalmente en 2007, se emplazaría en las Lomas de Rocoto, en los terrenos del parque-museo Pedro del Río Zañartu de 500 ha donado en 1917 para fines recreativos y botánicos, sin fines de lucro, que son parte de las 5.400 ha de la península.

El conflicto se desata ante la renovación de los contratos del parque con la actual administración, que dirige la corporación de derecho privado cuyo sustento es el pago de entradas de los visitantes. Al parecer el arriendo del terreno por parte de la eléctrica, sumado a la promesa de entregar un porcentaje de la electricidad generada por Altos de Hualpén al mismo parque fue una oferta irrefutable. La votación de la junta administrativa, formada

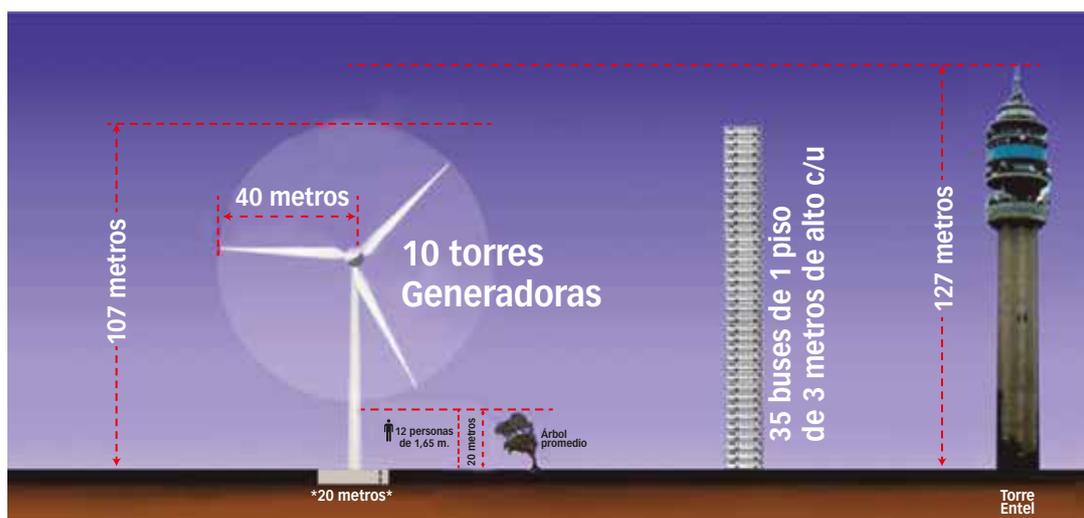
por la gobernadora provincial, el director del Servicio de Salud y el alcalde de Concepción, por dos votos contra uno, aprobó esta idea del administrador para conseguir financiamiento. La oposición de la ciudadanía y de los consejeros regionales no tuvo contrapeso ante la junta administrativa, porque históricamente no han apoyado con recursos económicos el mantenimiento del parque, cuyos representantes argumentan además que los trabajos para el proyecto de generación se realizarían en las inmediaciones del Santuario, sin afectarlo directamente.

Las torres eólicas proyectadas con aspas de 40 m de largo deben ser empotradas en grandes bases de concreto, lo que implicaría excavar y trasladar más de 20 mil m<sup>3</sup> de tierra, así como hacer zanjas para el cableado subterráneo.

Los cuestionamientos son precisamente por la intervención y el daño que la construcción del parque eólico produciría en la biodiversidad del Santuario de la Naturaleza de relevancia para la conservación de las aves y ecosistemas. Birdlife International y el representante

nacional Codeff han manifestado su preocupación destacando que los parques eólicos sí representan un beneficio para combatir el cambio climático, pero que deben ser ubicados, diseñados y gestionados de modo de evitar generar impactos negativos en aves y sus hábitats, sobre todo aquellas con problemas de conservación. Altos de Hualpén alteraría zonas de nidificación, provocaría muertes por choques con las aspas durante la migración, así como cambios de rutas, ruptura de sus vínculos ecológicos con las zonas de alimentación, invernada y reproducción. "El que exista una resolución de calificación ambiental no nos da ninguna seguridad. Nunca se respetó su condición de Santuario de la Naturaleza (...)", declaró Luciano Pérez, director regional de Codeff.

### Parque Eólico Altos de Hualpén



Fuente | [www.fundacionelarbol.cl](http://www.fundacionelarbol.cl)

Los opositores al proyecto apuestan por la caducidad de la Resolución de Calificación Ambiental, obtenida en 2008, como única posibilidad para conservar el parque. Enhor no ha realizado ningún avance de obras y, según el reglamento vigente del SEA, (Ley 19.300): "La caducidad se encuentra contemplada en el artículo 25 y su objetivo principal es que los proyectos aprobados ambientalmente sean ejecutados en condiciones similares a aquellas que se tuvieron a la vista durante la evaluación ambiental. **De acuerdo a dicha norma, una RCA caduca cuando han transcurrido más de cinco años contados desde su notificación, sin que se haya dado inicio a la ejecución del proyecto o actividad.**"

## VII. Experiencias de buen desarrollo de ERNC en Europa

(extracto La Energía en Manos Ciudadanas<sup>20</sup>)

### 1. Netzkauf EWS Cooperativa registrada: El primer proveedor de electricidad verde de Alemania.

La cooperativa Netzkauf EWS e.G (Suministro de Energía Schönau) constituye un ejemplo pionero en Alemania en el área del suministro descentralizado de energía. Las primeras intenciones del proyecto surgen el año 1986, como reacción al potencial de riesgo del uso pacífico de la energía atómica tras el accidente nuclear de Chernobyl. Sus socios/as formaron una pequeña empresa para la generación de energía local y sustentable e iniciaron un proyecto de ahorro por medio de una campaña educativa.



Fuente | [www.lesporteursdelanternes.com](http://www.lesporteursdelanternes.com)

La empresa encargada del suministro eléctrico en la época, Kraftübertragungswerke Rheinfeldern (KWR), reaccionó a la tenaz activación ciudadana, ofreciéndole a la ciudad de Schönau alrededor de 50.000 euros a cambio de que le renovaran el contrato de concesión por otros 20 años. El consejo municipal estaba dispuesto a aceptar la oferta, sin embargo, no contaban con la acción de los integrantes de la cooperativa, quienes implementaron una consulta popular, que por una ajustada mayoría se opuso a la renovación del contrato de KWR. En el año 1994, se creó la Sociedad de Responsabilidad Limitada Elektrizitätswerke Schönau GMBH (EWS). Como socia participó la Netzkauf GmbH conformada por 650 ciudadanos y ciudadanas.

En 1995, el consejo municipal entrega finalmente la concesión a la EWS. Tiempo después, EWS fue escogida nuevamente como proveedor de energía de la ciudad (vía plebiscito popular con un 52,4% de los votos), tras lo cual el anterior proveedor exigió un pago de alrededor de 3 M de euros por la red eléctrica de la comuna de Schönau. Una parte del dinero para su compra provino del fondo energético de la ciudad de Schönau y del aporte de privados. Para cubrir el monto restante, se realizó una campaña de donaciones a nivel nacional en 1996.

La iniciativa fue ejecutada por la mayor agencia de publicidad de país y tuvo éxito. Diversas agrupaciones medioambientales se sumaron al llamado a la campaña y se publicaron avisos gratuitos en diversos periódicos. En total, se logró reunir cerca de un millón de euros.

La red comenzó a operar en 1997. Suministrando energía de origen no atómico, principalmente solar.

Con la liberalización del mercado eléctrico, las plantas fueron reconocidas oficialmente en 1999 como proveedores de electricidad verde. La cooperativa Netzkauf e.G, creada en 1997, a fines de 2012 contaba con 2.700 socios/as y con un capital total de 21 M de euros. A la fecha, la cooperativa tiene cuatro filiales que trabajan en las áreas de operación de redes de electricidad y gas, internas y externas. Así también en la distribución y comercialización de electricidad proveniente de centrales de ERNC, y la construcción de este tipo de plantas. En 2012 la distribuidora de electricidad EWS Vertriebs GmbH proveía a 135.405 clientes solo con energías renovables. Paralelamente, se han creado numerosos pequeños proyectos ciudadanos para la generación renovable en Schönau. Esa electricidad también se inyecta en la red de las centrales de la EWS. EWS es el operador Alemán con la mayor capacidad fotovoltaica instalada que opera una red cerrada.



Fuente | [www.swr.de](http://www.swr.de)

20 | Fundación Heinrich Böll Stiftung.

Una estrategia adicional es la creación de sociedades de participación en otras empresas proveedoras de energía, a través de lo cual la cooperativa transmite su perspectiva de generar electricidad prescindiendo de fuentes atómicas y carboníferas.

Así, por ejemplo, desde el año 2012, la Netzkauf EWS e.G participa con un 40% en la empresa de distribución de Stuttgart, que en el contrato social se ha comprometido a operar exclusivamente con electricidad verde hacia el 2020. La cooperativa participa también del proyecto Renewable Energy Sources Cooperative (REScoop) en el programa Energía inteligente para Europa de la comisión de la UE<sup>21</sup>.

La precursora de EWS, Úrsula Sladek, fue galardonada en el año 2011 con el premio ambiental Goldman<sup>22</sup> por promover el Movimiento Libre de Energía Nuclear logrando la instalación de la primera empresa de energía renovable cooperativa en Alemania.

País	: Alemania, Baden-Württemberg
Año de creación	: 1997
Nº de integrantes	: 2.700
Clientes	: 135.000 hogares aproximados
Servicios	: Suministro por red de electricidad y gas, distribución de electricidad y gas, comercialización de electricidad, construcción de centrales eléctricas
Energías utilizadas:	fotovoltaica
Página web	: <a href="http://www.ews-schoenau.de/">www.ews-schoenau.de/</a>

## 2. Energía eólica en manos de mujeres: Las pioneras escandinavas de la participación femenina en la transición energética

La cooperativa Netzkauf EWS e.G (Suministro de Energía Schonau) constituye un ejemplo pionero en Alemania en el área del suministro descentralizado de energía. Las primeras intenciones del proyecto surgen el año 1986, como reacción al potencial de riesgo del uso pacífico de la energía atómica tras el accidente nuclear de Chernobyl. Sus socios/as formaron una pequeña empresa para la generación de energía local y sustentable e iniciaron un proyecto de ahorro por medio de una campaña educativa.

El proyecto *Kvinnovindar* no solo fomenta el uso de energías renovables en sectores rurales en Suecia, sino más específicamente la participación de las mujeres en el área de la energía eólica. En 2007, la campesina y

ambientalista Wanja Wallemyr se entera de la existencia de un proyecto comunal de energía eólica en un municipio vecino y quiso participar de la iniciativa. Sin embargo, ella sola no estaba en condiciones de aportar el capital mínimo requerido, de alrededor de 110.000 euros. Para hacerlo posible, Wanja, en una conferencia sobre participación femenina en la economía, presentó la idea de crear una cooperativa de mujeres.

La propuesta encontró de inmediato nueve entusiastas socias.

Las participantes de la cooperativa *Kvinnovindar*, cuyo nombre es la combinación de las palabras mujer y viento en sueco, se propusieron demostrar que la escasez de medios financieros no es un obstáculo para participar en el cambio del modelo energético, si se cuenta con el compromiso colectivo como principal valor. Las socias de esta cooperativa tienen diferentes actividades profesionales, algunas, por ejemplo, provienen del sector agrícola, otras del área social, y también hay asesoras empresariales o profesionales del sector de la salud. Las mujeres se capacitaron en conjunto en materias vinculadas a la energía eólica para poder hacer frente a la dominancia masculina en esa área.



Fuente | [cleantechnica.com](http://cleantechnica.com)

Wallemyr relata que con frecuencia las socias son las únicas mujeres en los eventos del sector de la energía eólica. En este contexto, el proyecto de las suecas provocaba una y otra vez escándalo en el mundo masculino. Por ejemplo, cuando *Kvinnovindar* publicó un anuncio en un periódico local, en que se dirigían exclusivamente a mujeres como potenciales socias inversoras.

En un comienzo, algunas veces, fueron tildadas como "círculo de costura" en encuentros locales sobre energía eólica. Ellas sin embargo se defendieron decididamente, unieron fuerzas y trabajaron para mostrar que tenían mucho que aportar al cambio energético.

21 | Ver Rescoop [www.rescoop.eu](http://www.rescoop.eu)

22 | [www.goldmanprize.org](http://www.goldmanprize.org)

Actualmente, la cooperativa tiene ochenta socias y ha invertido cerca de un millón de euros de capital social en diferentes proyectos eólicos regionales. En la propiedad agrícola de Wanja Wallemyr se han instalado cinco turbinas eólicas.

Kvinnovindar se ha transformado en una respetada figura regional: "¡A nosotras no se nos puede soplar tan fácilmente!", indica la web de la cooperativa. Allí, las mujeres dan cuenta no solo de los objetivos alcanzados, sino que comparten también informaciones sobre el tema energético. Pero el proyecto no se deslinda por completo del mundo masculino, ellas quieren traspasar su conocimiento sobre cooperativas energéticas y crear redes independientemente del género fuera de su región, para que las aspas eólicas sigan girando con fuerza.

País	: Suecia
Año de creación	: 2007
Socias	: 80
Servicios	: Participación en parques eólicos regionales y construcción de plantas cooperativas
Fuentes utilizadas	: eólica
Página web	: <a href="http://www.qvinnovindar.se">www.qvinnovindar.se</a>

## VIII. Ruta de la Energía y ERNC

En la recientemente promocionada Hoja de Ruta al 2050<sup>23</sup>, Lineamiento 4, vemos una alentadora declaración en cuanto a la promoción de una **alta penetración de Energías Renovables en la matriz eléctrica con un mínimo de 70% al 2050**, apuntando al ingreso de energía solar y eólica -19% y 23%, respectivamente-, al desarrollo de la geotermia, así como también a que el país invierta en mejorar la competitividad y los esquemas regulatorios, además de remover barreras de mercado. Sin embargo, para completar la aspiración del 70% de ERNC, en el mismo texto se propone desarrollar la hidroelectricidad -definida genéricamente como renovable- *“proveniente de centrales hidráulicas mini-hidro, pasada y/o embalse”*, lo que representaría el 29% restante. Ante esto surge la preocupación en cuanto a que la aspiración real en energías renovables no convencionales sería solo de 41%, de acuerdo a las señales que está dando la administración.

**Máximo Pacheco, Ministro de Energía, señaló que “Chile está en condiciones de retomar su ADN renovable. El país no puede seguir hablando de energías renovables ‘no convencionales’, es el único país donde se le otorga apellido a este tipo de energías”.** La Tercera, 18/10/2015

En efecto, el énfasis del documento es la hidroelectricidad de embalse como *“tecnología probada y con amplio potencial”* en nuestro país, basado en el análisis del potencial hídrico de cuencas prioritarias realizado por GIZ/Ministerio de Energía<sup>24</sup>, que calcula 11.000 MW de capacidad aproximada entre los ríos Maipo y Yelcho -pasando por el río Biobío, y descartando oficialmente los controvertidos ríos de Aysén, que por otro lado siguen siendo considerados por el sector eléctrico privado, quienes insisten en que el mayor potencial hidroeléctrico de Chile, 5.000 MW, se encuentran en la Región de Aysén-. El argumento dado para volver a la hidroelectricidad es que ésta le otorgaría estabilidad al sistema, frente a la intermitencia de las ERNC, que ingresan con fuerza a la matriz a pesar de la resistencia del mercado convencional. Las señales son más agudas aún en cuanto a regresar a esta tecnología cuando el Ministro de la cartera, Máximo Pacheco, ha declarado que una segunda etapa del análisis del potencial hidroeléctrico nacional servirá como *“una plataforma de información fundamental para la gestión territorial”*, es decir, en primer lugar, gestionar el territorio vis a vis el desarrollo hidroeléctrico, y en segundo lugar, una asesoría pública en directo beneficio de un grupo puntual de empresas energéticas del sector privado.

Lo contradictorio de este proyectado retorno político a las grandes hidroeléctricas, es que literalmente va contra la corriente, el gobierno y empresarios lo plantean justo ahora cuando el país se está volcando con fuerza a las ERNC; éstas actualmente superan el 10%, contra toda proyección oficial. La embestida es particularmente desalentadora y genera suspicacia cuando el rechazo social a las grandes centrales hidroeléctricas de embalse es mayoritario y el cuestionamiento de las comunidades que conviven con represas en el centro sur de nuestro país es permanente. Sin duda su trasfondo sigue siendo las facilidades que le da la actual legislación, incluyendo la Constitución de 1980, al desarrollo hidroeléctrico, y el hecho que tres empresas, lideradas por Endesa, monopolizan los derechos de agua no-consuntivos, para desarrollo hidroeléctrico de nuestro país. Estos son ‘activos’ de un valor incalculable que las corporaciones van a desear intensamente utilizar mientras existan y estén en sus manos.

La estabilidad del sistema eléctrico de nuestro país puede lograrse perfectamente en el entorno de un despliegue masivo de ERNC. Como muchos expertos independientes argumentan, por un lado la intermitencia de las ERNC está siendo solucionada con innovaciones tecnológicas -sobre todo en torno a la energía solar- y por otro, la estabilidad es fundamentalmente un tema de virtuosa administración de todas las fuentes a través de centros de despacho ‘socio-ecológicos y económicos’ de carga. Se trata de un cambio radical de orientación donde el sector público y la ciudadanía proyectan y administran nuestra matriz energética con una mirada estratégica de largo plazo basada en el bien común y la sustentabilidad ambiental, que hoy debe incluir prominentemente la consideración del cambio climático. Las empresas privadas con fines de lucro del sector deben ser ‘puestas en su lugar’, es decir, de proveedoras de un servicio público totalmente subsidiado con bienes nacionales y naturales -o ecológicos/ecosistémicos- que por cumplir este rol obtienen rentabilidades razonables. Es de vital importancia que un sector público realmente representativo y participativo, y la comunidad nacional recuperemos el protagonismo. Éste es el único camino hacia un futuro auspicioso.

Ciertamente esto no está en la “Hoja de Ruta”, a pesar de ser la única forma de enmendar el rumbo desde un país de sacrificio hacia la sustentabilidad socio-ambiental, no solamente del sector energético, sino también del modelo de desarrollo extractivista, neoliberal y neocolonial al cual responde el primero. Ambos constituyen las dos caras de una misma moneda. La responsabilidad ciudadana es grande. Educarnos, generar y compartir información de calidad, y cultivar la masa crítica y la voluntad política para lograr todos los cambios constitucionales, legales, normativos, políticos y tecnológicos necesarios para esta nueva ruta.

23 | Hoja de Ruta 2050 Hacia una Energía Sustentable e Inclusiva para Chile, Comité Consultivo de Energía 2050, Ministerio de Energía septiembre 2015

24 | Energías renovables en Chile: el potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé, 2014

## Anexo I. Centrales de ERNC en funcionamiento

Nombre	Tipo	Empresas	Potencia Instalada	Potencia Extra	Total	Región	Sistema	Ingreso
ALTO BAGUALES	Eólica	Edelaysen S.A.	2		2	XI	Aysén	2001
ALLIPEN	Hidroeléctrica	Hidro Allipen S.A.	2,67		2,67	IX	SIC	2012
ALTO HOSPICIO	Hidroeléctrica	Enernuevas	1,1		1,1	I	SING	2010
ANCALI	Biomasa	Grupo Bethia	1,6		1,6	VIII	SIC	2013
CABO NEGRO	Eólica	Methanex Chile	2,3		2,3	XII	Magallanes	2010
AYSÉN HIDRO	Hidroeléctrica	Edelaysen S.A.	6,6		6,6	XI	Aysén	1962
CALAMA SOLAR III	Solar PV	SolarPack	1		1	II	--	2012
CAEMSA	Hidroeléctrica	Carbomet Energía	3,4		3,4	RM	SIC	1962
CANELA I	Eólica	Endesa	18,2		18,2	IV	SIC	2007
CANELA II	Eólica	Endesa	60		60	IV	SIC	2009
CALLAO	Hidroeléctrica	HidroCallao	3,3		3,3	X	SIC	2012
CAPULLO	Hidroeléctrica	E.E. Capullo	11,8		11,8	X	SIC	1995
CARBOMET-LOS BAJOS	Hidroeléctrica	Carbomet Energía	5,1		5,1	RM	SIC	1944
BIOENERGÍA LAUTARO	Biomasa	COMASA S.A.	25		25	IX	SIC	2011
CELCO CONSTITUCIÓN	Biomasa	Celco	8		8	VII	SIC	1996
CARENA	Hidroeléctrica	Colbún	8,4		8,4	RM	SIC	1943
CAVANCHA	Hidroeléctrica	E.E. Cavancha	2,592		2,592	I	SING	1995
CENTRAL ARAUCO	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	9	15	24	VIII	SIC	1996
CENTRAL LOMA LOS COLORADOS 2	Biomasa	KDM Energía S.A.	9,8	2,8	12,6	RM	SIC	2011
CHAPIQUIÑA	Hidroeléctrica	E-CI	10,138		10,138	XV	SING	1967
CHIBURGO	Hidroeléctrica	Colbún	19,4		19,4	VII	SIC	2007
COYA U5	Hidroeléctrica	Pacific Hydro	11	1	12	VI	SIC	2008
CUCHILDEO	Hidroeléctrica	EPA	0,8		0,8	X	Aysén	2007
DON WALTERIO	Hidroeléctrica	GENERHOM	3		3	XIV	SIC	2013
DONGO	Hidroeléctrica	Inversiones Nativas Holdings	6		6	X	SIC	2010
DONGUIL	Hidroeléctrica	Donguil Energía S.A.	0,3		0,3	IX	SIC	2011
DOÑA HILDA	Hidroeléctrica	Ganadera y Forestal Carran Ltda.	0,4		0,4	XIV	SIC	2010
EL CANELO	Hidroeléctrica	Energía Coyanco S.A.	6		6	IX	SIC	2012
EL TOQUI	Eólica	Cía. Minera El Toqui S.A.	1,5		1,5	XI	Aislado	2011
EL DIUTO	Hidroeléctrica	Asociación de Canalistas del Laja	3,3		3,3	VIII	SIC	2011
EL MANZANO	Hidroeléctrica	Central Hidroeléctrica El Manzano	4,85		4,85	IX	SIC	2008

Fuente | Acera, junio 2014

Nombre	Tipo	Empresas	Potencia Instalada	Potencia Extra	Total	Región	Sistema	Ingreso
CHOLGUAN	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	13		13	VIII	SIC	2003
CONSTITUCIÓN	Biomasa	Energía Verde S.A.	8,8		8,8	VII	SIC	2007
EL RINCÓN	Hidroeléctrica	Soc. Canalistas del Maipo	0,28		0,28	RM	SIC	2007
EL TÁRTARO	Hidroeléctrica	On Group	0,13		0,13	V	SIC	2010
ENERGÍA PACÍFICO	Biomasa	Energía Pacífico S.A.	15,6		15,6	VI	SIC	2011
EL TORO 2	Hidroeléctrica	Enernuevas	1,1		1,1	I	SING	2010
EL TRARO	Hidroeléctrica	Edelaysen S.A.	0,64		0,64	XI	Aysén	1987
ENSENADA	Hidroeléctrica	Hidroeléctrica Ensenada	3,5		3,5	X	SIC	2013
EYZAGUIRRE	Hidroeléctrica	Soc. Canalistas del Maipo	1,49		1,49	RM	SIC	2007
GUAYACÁN	Hidroeléctrica	Energía Coyanco	11,8		11,8	RM	SIC	2010
ESCUADRÓN	Biomasa	Eléctrica Nueva Energía S.A.	15		15	VIII	SIC	2007
LEBU	Eólica	Cristalerías Toro	3,6	3	6,6	VIII	SIC	2009
HIDROELÉCTRICA RECA	Hidroeléctrica	Enerbosch S.A.	1,7		1,7	XIV	SIC	2011
HBS ENERGÍAS LOS ANGELES	Biomasa	HBS Energía	2,2		2,2	VIII	SIC	2011
JUNCALITO	Hidroeléctrica	Colbún	1,5		1,5	V	SIC	2010
LA ARENA	Hidroeléctrica	Empresa Eléctrica La Arena SpA	3		3	X	SIC	2011
LA PALOMA	Hidroeléctrica	Hydroenergía	4,4		4,4	IV	SIC	2010
LAGO ATRAVESADO	Hidroeléctrica	Edelaysen S.A.	11		11	XI	Aysén	2003
LICÁN	Hidroeléctrica	Inversiones Candelaria	18		18	XIV	SIC	2011
LIRCAY	Hidroeléctrica	Hidromaule	19		19	VII	SIC	2008
LOS CORRALES	Hidroeléctrica	SGA	0,8		0,8	XIV	SIC	2010
KDM	Biomasa	KDM Energía S.A.	2		2	RM	SIC	2009
MONTE REDONDO	Eólica	Eólica Monte Redondo	38	10	48	IV	SIC	2009
LOS MOLLES	Hidroeléctrica	Endesa	17,82		17,82	IV	SIC	1952
CMPC LAJA	Biomasa	Bioenergía Forestal S.A.	25	40	65	VIII	SIC	2013
LICANTÉN	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	4	2	6	VII	SIC	2004
LOS MORROS	Hidroeléctrica	C.E. Los Morros	3,05		3,05	RM	SIC	1930
MALLARAUCO	Hidroeléctrica	Hidroeléctrica Mallarauco	3,4		3,4	RM	SIC	2011
MARIPOSAS	Hidroeléctrica	Río Lircay	6,3		6,3	VII	SIC	2010
MONREAL	Hidroeléctrica	Edelaysen S.A.	3		3	X	Aysén	2013
PUNTA COLORADA	Eólica	Barrick	20		20	IV	SIC	2011

Nombre	Tipo	Empresas	Potencia Instalada	Potencia Extra	Total	Región	Sistema	Ingreso
NALCAS	Hidroeléctrica	Hydroaustral	6,8		6,8	X	SIC	2012
OJOS DE AGUA	Hidroeléctrica	Endesa	9		9	VII	SIC	2008
PEHUI	Hidroeléctrica	Generadora Eléctrica Pehui	1,1		1,1	XIV	SIC	2009
PMGD MUCHI	Hidroeléctrica	Hidromuchi S.A.	1		1	XIV	SIC	2011
PROVIDENCIA	Hidroeléctrica	Inversiones Hernborn Ltda.	14,2		14,2	VII	SIC	2013
MASISA	Biomasa	Masisa	11,1		11,1	VIII	SIC	2010
SPS-HUAYCA	Solar PV	Selray	1,4	7,6	9	I	SING	2012
TAMBO REAL	Solar PV	Kaltemp	1,1		1,1	IV	SIC	2012
TALINAY ORIENTE	Eólica	Enel Green Power	90		90	IV	SIC	2013
TOTAL	Eólica	LAP	46		46	IV	SIC	2009
PUCLARO	Hidroeléctrica	Hidroeléctrica Puclaro	5,4		5,4	IV	SIC	2008
PURISIMA	Hidroeléctrica	Enerbosch S.A.	0,42		0,42	VII	SIC	2011
NUEVA ALDEA I	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	19		19	VIII	SIC	2005
RENAICO	Hidroeléctrica	Mainco S.A.	6,3		6,3	VIII	SIC	2013
NUEVA ALDEA III	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	37		37	VIII	SIC	2006
SF ENERGÍA	Biomasa	Bioenergía Forestal S.A.	98		98	VIII	SIC	2012
VALDIVIA	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	61		61	XIV	SIC	2004
RÍO AZUL	Hidroeléctrica	Edelaysen S.A.	1,4		1,4	X	Aysén	1987
ROBLERÍA	Hidroeléctrica	W Energía	4		4	VII	SIC	2013
SAN CLEMENTE	Hidroeléctrica	Colbún	5,9		5,9	VII	SIC	2010
PLANTA TERMO SOLAR	TermoSolar GC	Minera El Tesoro	7		7	II	*	2012
UCUQUER	Eólica	Energías Ucuquer S.A.	7,2		7,2	VI	SIC	2013
SAUCE ANDES	Hidroeléctrica	Chilquinta	1,4		1,4	V	SIC	1909
SAUZALITO	Hidroeléctrica	Endesa	11,88		11,88	VI	SIC	1959
TRUENO	Hidroeléctrica	Soc. Agrícola y Ganadera	5,68		5,68	IX	SIC	2010
VIÑALES	Biomasa	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	31		31	VIII	SIC	2012
TRUFUL-TRUFUL	Hidroeléctrica	Hidroeléctrica	0,8		0,8	IX	SIC	2009
VOLCÁN	Hidroeléctrica	AES Gener	13		13	RM	SIC	1944
Bonito (MC1 MC2)	Hidroeléctrica	HidroBonito	12		12	X	SIC	2013
TREBAL MAPOCHO	Biomasa	Aguas Andinas	5		5	RM	SIC	2013
TAMM	Biomasa	Roberto Tamm y Cía Ltda.	0,2		0,2	VI	SIC	2013
LAJA	Biomasa	Energía Verde S.A.	12,69	3,99	16,68	VIII	SIC	2006

Nombre	Tipo	Empresas	Potencia Instalada	Potencia Extra	Total	Región	Sistema	Ingreso
SOLAR EL ÁGUILA	Solar PV	E-CL S.A.	2,2		2,2	XV	SING	2013
SOLAR ANDACOLLO	Solar PV	SolaireDirect	1		1	IV	SIC	2013
RÍO HUASCO	Hidroeléctrica	JTA. Vigilancia Río Huasco	5,4		5,4	III	SIC	2013
SANTA IRENE	Biomasa	Genera Austral	0,8		0,8	VI	SIC	2013
LAS PAMPAS	Biomasa	Genera Austral	1		1	VI	SIC	2013
SAN ANDRÉS	Hidroeléctrica	HydroChile	19,37		19,37	VI	SIC	2013
NEGRETE-CUEL	Eólica	Mainstream	33		33	VIII	SIC	2013
VERTIENTES	Hidroeléctrica	Electrica Puntilla S.A.	1,7		1,7	RM	SIC	2013
EL LLANO	Hidroeléctrica	Electrica Puntilla S.A.	1,9		1,9		SIC	2013
LOS HIERROS	Hidroeléctrica	Besalco	25		25		SIC	2013
ENERGÍA LEÓN	Biomasa	Energía León	6		6		SIC	2014
SANTA MARTA	Biomasa	Santa Marta	15,72		15,72	RM	SIC	2013
VALLE DE LOS VIENTOS	Eólica	Enel	90		90	II	SING	2014
MAISAN	Hidroeléctrica	Maisan SPA	0,8		0,8	IX	SIC	2014
AUXILIAR DEL MAIPO	Hidroeléctrica	Carbomet Energía S.A.	5		5	RM	SIC	2014
ENERGÍA BIO-BIO	Biomasa	Papelera Bío Bío	7,5		7,5		SIC	2014
SALVADOR RTS	Solar PV	RTS Energy	2,9		2,9	III	SIC	2014
LLANOS DE LLAMPOS	Solar PV	SunEdison	100		100	III	SIC	2014
SAN ANDRÉS	Solar PV	SunEdison	48,2		48,2	III	SIC	2014
EL ÁGUILA	Solar PV	E-CL	2		2	XV	SING	2014
POZO AL AMONTE SOLAR 2	Solar PV	EnorChile	7,5		7,5	I	SING	2014
POZO AL AMONTE SOLAR 3	Solar PV	EnorChile	16		16	I	SING	2014
LOS CURUROS	Eólica	Los Cururos	109,6		109,6	IV	SIC	2014

Fuente | Acera, junio 2014

## Anexo II. Proyectos de Generación en construcción SING y SIC

## SING

Proyecto	Propietario	Fecha estimada de puesta en servicio	Tipo de tecnología	Potencia neta [MW]	Región
ANDES SOLAR	AES Gener	oct-15	Solar Fotovoltaico	21,0	II Región
PMGD PICA I	Atacama Solar	oct-15	Solar Fotovoltaico	0,6	I Región
QUILLAGUA I	Parque Eólico Quillagua	oct-15	Solar Fotovoltaico	23,0	II Región
FINIS TERRAE I	Enel Green Power	oct-15	Solar Fotovoltaico	69,0	II Región
JAMA ETAPA II	RIJN Capital	dic-15	Solar Fotovoltaico	22,5	II Región
ATACAMA I	Abengoa	dic-15	Solar Fotovoltaico	100,0	II Región
COCHRANE U1	AES Gener	dic-15	Carbón	236,0	II Región
PAMPA CAMARONES I	E-CL	dic-15	Solar Fotovoltaico	6,0	XV Región
PULAR	RIJN CAPITAL	abr-16	Solar Fotovoltaico	28,9	II Región
PARUMA	RIJN CAPITAL	abr-16	Solar Fotovoltaico	21,4	II Región
ARICA SOLAR 1 (ETAPA I)	Sky Solar Group	abr-16	Solar Fotovoltaico	18,0	XV Región
ARICA SOLAR 1 (ETAPA II)	Sky Solar Group	abr-16	Solar Fotovoltaico	22,0	XV Región
BOLERO ETAPA I	Helio Atacama Tres	may-16	Solar Fotovoltaico	42,0	II Región
KELAR	BHP Billiton	may-16	GNL	517,0	II Región
COCHRANE U2	AES Gener	may-16	Carbón	236,0	II Región
BOLERO ETAPA II	Helio Atacama Tres	jun-16	Solar Fotovoltaico	42,0	II Región
FINIS TERRAE II	Enel Green Power	jun-16	Solar Fotovoltaico	69,0	II Región
URIBE SOLAR	Gestamp	jul-16	Solar Fotovoltaico	50,0	II Región
LASCAR ETAPA I	RIJN CAPITAL	jul-16	Solar Fotovoltaico	30,0	II Región
LASCAR ETAPA II	RIJN CAPITAL	jul-16	Solar Fotovoltaico	34,6	II Región
BOLERO ETAPA III	Helio Atacama Tres	ago-16	Solar Fotovoltaico	21,0	II Región
BOLERO ETAPA IV	Helio Atacama Tres	oct-16	Solar Fotovoltaico	41,0	II Región
BLUE SKY 2	Crucero Este Dos S.p.A.	oct-16	Solar Fotovoltaico	34,0	II Región
BLUE SKY 1	Crucero Este Tres S.p.A.	oct-16	Solar Fotovoltaico	51,6	II Región
QUILLAGUA II	Parque Eólico Quillagua	dic-16	Solar Fotovoltaico	27,0	II Región
CERRO DOMINADOR	Abengoa	dic-16	Solar - Termosolar	110,0	II Región
CERRO PABELLÓN	Enel Green Power	dic-16	Geotermica	48,0	II Región
HUATACONDO	Austrian Solar	ene-17	Solar Fotovoltaico	98,0	I Región
QUILLAGUA III	Parque Eólico Quillagua	ago-17	Solar Fotovoltaico	50,0	II Región
INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA MEJILLONES	E-CL	feb-18	Carbón	375,0	II Región

## SIC

Proyecto	Propietario	Fecha estimada de puesta en servicio	Tipo de tecnología	Potencia neta [MW]	Región
MALALCAHUELLO	Latin American Power	oct-15	Hidro - Pasada	9,2	IX Región
CARILAFQUÉN	Latin American Power	oct-15	Hidro - Pasada	19,8	IX Región
PANGUIPULLI	IMELSA	oct-15	Hidro - Pasada	0,3	XIV Región
EL PILAR LOS AMARILLOS	RTS	oct-15	Solar Fotovoltaico	3,0	III Región
LUZ DEL NORTE ETAPA II	First Solar Energía Ltda	oct-15	Solar Fotovoltaico	38,0	III Región
ITATA	Eléctrica Puntilla	oct-15	Hidro - Pasada	20,0	VIII región
CMPC TISSUE	CMPC Celulosa	oct-15	Gas Natural	22,0	RM
LUZ DEL NORTE ETAPA III	First Solar Energía Ltda	oct-15	Solar Fotovoltaico	36,0	III Región
PAMPA SOLAR	Helio Atacama Nueve	oct-15	Solar Fotovoltaico	90,6	III Región
LUZ DEL NORTE ETAPA IV	First Solar Energía Ltda	oct-15	Solar Fotovoltaico	31,0	III Región
CONEJO ETAPA I	Pattern Energy Group	nov-15	Solar Fotovoltaico	104,5	II Región
CHAKA ETAPA II	Central Solar Desierto I SpA	nov-15	Solar Fotovoltaico	27,0	III Región
CHAKA ETAPA I	Central Solar Desierto I SpA	nov-15	Solar Fotovoltaico	23,0	III Región
LAGUNILLA	Grenergy	nov-15	Solar Fotovoltaico	3,0	IV Región
LA MONTAÑA I	VHC	dic-15	Hidro - Pasada	3,0	VII Región
CARRERA PINTO ETAPA I	Enel Green Power	dic-15	Solar Fotovoltaico	20,0	III Región
RENAICO	Enel Green Power	ene-16	Eólico	88,0	VIII
VALLELAND	Valleland SpA	ene-16	Solar Fotovoltaico	67,4	III Región
QUILAPILUN	Sunedison	feb-16	Solar Fotovoltaico	103,2	RM
PFV OLMUÉ	Sunedison	mar-16	Solar Fotovoltaico	144,0	V Región
LOS BUENOS AIRES	Enel Green Power	mar-16	Eólico	24,0	VIII región
DOÑA CARMEN	IMELSA	mar-16	Diesel	70,0	V Región
VALLE SOLAR	Alpin	abr-16	Solar Fotovoltaico	74,0	III Región
CARRERA PINTO ETAPA II	Enel Green Power	jun-16	Solar Fotovoltaico	77,0	III Región
RÍO COLORADO	GPE - Hidroeléctrica Río Colorado S.A.	jun-16	Hidro - Pasada	15,0	VII Región
ANCOA	GPE	jun-16	Hidro - Pasada	27,0	VII Región
PELÍCANO	Austrian Solar	jul-16	Solar Fotovoltaico	100,0	III Región
EL ROMERO	Acciona	sep-16	Solar	196,0	III Región
LA MINA	Colbun	sep-16	Hidro - Pasada	34,0	VII Región
GUANACO SOLAR	Gestamp	ene-17	Solar Fotovoltaico	50,0	III Región

Proyecto	Propietario	Fecha estimada de puesta en servicio	Tipo de tecnología	Potencia neta [MW]	Región
CTM-3	E-CL	jun-17	Turbina Diesel/Gas	250,8	II Región
ÑUBLE	Eléctrica Puntilla	jul-17	Hidro - Pasada	136,0	VIII Región
ALTO MAIPO - LAS LAJAS	AES Gener	feb-18	Hidro - Pasada	267,0	RM
ALTO MAIPO - ALFALFAL II	AES Gener	may-18	Hidro - Pasada	264,0	RM
LOS CÓNDORES	Endesa	sep-18	Hidro - Pasada	150,0	VII Región
SAN PEDRO	Colbún	oct-20	Hidro - Pasada	170,0	XIV Región

(\*) Central CTM-3, ya construida dejará de inyectar en el SING para inyectar en el SIC a partir de la fecha señalada.

Fuente | [www.cne.cl](http://www.cne.cl)

## IX. Bibliografía

- Algunos Efectos de la Energía en el Medio Ambiente (Primera Parte) Revista Faces, 2009.
- Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile, Natural Resources Defense Council (NRDC) y Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA) 2013.
- Boletín Sector Eléctrico Sector Generador, Generadoras de Chile A.G. 2014.
- Cartilla Ciudadana sobre Termoeléctricas, Fundación Terram 2011.
- Catastro de Centrales y Proyecto Energéticos, Revista Electricidad 2012.
- Desafíos y Oportunidades de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en la Matriz Eléctrica de Chile, Konrad Adenaur Stiftung 2012.
- Energía Hidroeléctrica, Centro de Energías Renovables 2011.
- Energías Renovables en Chile: El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé, Ministerio de Energía de Chile/Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) 2014.
- Energías renovables y movimientos sociales en América Latina, Instituto de Estudios Internacionales - Universidad de Chile 2010.
- Energía Solar, National Geographic.
- Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025, Chile cuida su Agua.
- Informe World Energy Council 2014.
- La Energía en Manos Ciudadanas. Construyendo la transición europea desde una perspectiva descentralizada y participativa. Fundación Heinrich Böll Conosur, 2014.
- La Falsa Solución de las Grandes Represas, Ecosistemas 2014.
- Report Agua y Energía, World Water Development Report, 2014.
- RETHinking Energy, IRENA 2014.
- Tesis Evaluación Económica de un Sistema Fotovoltaico en Punta Arenas con Diseño de Emulación de Potencia Suministrada por Paneles Solares, Jean Martínez 2011.
- World Energy Outlook, International Energy Agency 2013.



[www.ecosistemas.cl](http://www.ecosistemas.cl)  
[comunicaciones@ecosistemas.cl](mailto:comunicaciones@ecosistemas.cl)

Realizado con el apoyo de la Fundación Heinrich Böll

 HEINRICH BÖLL STIFTUNG  
CONO SUR