



2014

Una publicación del Grupo Editorial Editec

CATASTRO DE **PROYECTOS Y CENTRALES DE ERNC**

www.revistaelectricidad.cl

 **Electricidad**
La revista energética de Chile

EDITEC S.A.

Presidente:
Ricardo Cortés

Director:
Roly Solís

Gerente General:
Cristián Solís

Gerente de Conferencias y Estudios:
Nelson Torres

Gerente Editorial:
Pablo Bravo

Gerente Comercial:
Julio Herrera

Gerente Adm. y Finanzas:
Víctor Vicuña

Jefe Área de Estudios:
Jorge González E.

Análisis:
Michelle Bley, Jorge Goth, Luis Ramirez

Coordinación Bases de Datos:
Área de Estudios del Grupo Editorial Editec S.A.

Diseño Portada:
Ediarte S.A.

Producido por el Área de Estudios del Grupo Editorial Editec S.A.

Dirección:
Antonio Bellet 444. Piso 6, Providencia, Santiago de Chile.
Fono: 56-22757-4200, Fax: 56- 22757-4201
Email: estudios@editec.cl - <http://www.revistaei.cl>

Copyright:
Derechos reservados, Registro de Propiedad Intelectual N°244782.
Prohibida su reproducción total o parcial, y por cualquier tipo de medios o sistemas, sin el consentimiento por escrito y previo de sus creadores.

CATASTRO DE PROYECTOS Y CENTRALES DE ERNC

2014



Fotografía portada:
Planta Solar Fotovoltaica en empresa
IENERGIA GROUP, ubicada en la
comuna de Conchalí, Región
Metropolitana.

Fotografía:
Juan Carlos Recabal Díaz / Electricidad.

ÍNDICE

Abreviaciones y Nomenclatura	4
Capítulo 1: Análisis y Estadísticas	5
1.1 Introducción	6
1.2 Descripción General de las Tecnologías de Generación ERNC	8
1.2.1 Energía Hidroeléctrica	8
1.2.2 Bioenergía	9
1.2.3 Energía Eólica	11
1.2.4 Energía Solar	12
1.2.5 Energía Geotérmica	13
1.2.3 Energía Marina	14
1.3 ERNC en Chile	15
1.3.1 Evolución de la Matriz Eléctrica Nacional	15
1.3.2 ERNC en los Sistemas Eléctricos de Chile	17
1.4 Agenda Nacional de Energía	24
Capítulo 2: Proyectos ERNC en Desarrollo	26
2.1 Proyectos de Generación a Base de Energía Mini-Hidráulica	31
Central Hidroeléctrica Chupallar (obras de generación y transmisión)	32
Central Hidroeléctrica Río Picoiquén	35
Minicentral de Pasada Itata	37
Pequeña Central Hidroeléctrica de Pasada Baquedano	39
Pequeña Central Hidroeléctrica de Pasada El Pinar	41
Pequeña Central Hidroeléctrica de Pasada El Traro	43
Proyecto Hidroeléctrico Molinos de Agua	45
2.2 Proyectos de Generación Eólica	48
Parque Eólico Alena	49
Parque Eólico Ancud	51
Parque Eólico Arauco	53
Parque Eólico Cabo Leones	55
Parque Eólico Cabo Leones II	57
Parque Eólico Calama A	59
Parque Eólico Calama B	62
Parque Eólico Ckani	64
Parque Eólico El Arrayán	67
Parque Eólico Loa	70
Parque Eólico Malleco	73
Parque Eólico Punta Palmeras	75
Parque Eólico Punta Sierra	77
Parque Eólico Renaico	79
Parque Eólico San Juan de Chañaral de Aceituno	81
Parque Eólico Talinay II	83
Parque Eólico Taltal	85
Parque Eólico Tchamma	87
Parque Eólico Tolpán	89
Proyecto Eólico Quillagua	91

2014

CAPITULO 1 Análisis y Estadísticas

Una publicación del Grupo Editorial Editec

CATASTRO DE **PROYECTOS Y CENTRALES DE ERNC**

www.revistaelectricidad.cl

 **Electricidad**
La revista energética de Chile

Análisis y Estadísticas

(Foto: Parque Eólico Talinay I Oriente
Región de Coquimbo)

1.1 Introducción

En la actualidad Chile enfrenta un escenario energético complejo, siendo esta problemática uno de sus principales desafíos, considerando la estrecha correlación entre la demanda y la oferta de energía, dando origen a una matriz eléctrica con altos impactos económicos. Además, el país es un fuerte y potencial consumidor de energéticos, debiendo importar más de tres cuartas partes de estos para poder cubrir las necesidades totales de consumo nacional.

En particular, situaciones hidrológicas adversas han afectado la generación de energía a través de centrales hidroeléctricas, provocando que hoy en día la matriz eléctrica nacional priorice la generación basada en energía termoeléctrica. Por otro lado, Chile es altamente dependiente de combustibles fósiles importados, cuyos precios han aumentado continuamente, sumándose a esto el desabastecimiento de suministro de gas natural desde Argentina. Esta situación se debe en gran parte a la falta de creación de nuevas fuentes energéticas.

La condición exportadora del país hace que el costo de la energía sea uno de los puntos determinantes en la competitividad de los productos frente a otros mercados. Junto a ello, la necesidad de reducir las emisiones de gases invernadero se hace cada vez más necesaria, debido a que esto podría afectar las exportaciones nacionales en el mediano plazo.

Ante este escenario, el Gobierno ha impulsado una serie de medidas, entre ellas la aprobación de la Ley 20.698 (2013), la cual pretende reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles y diversificar la matriz energética nacional mediante el desarrollo de proyectos de generación a base de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), estableciendo que para el año 2025 un 20% de la energía comercializada en los principales sistemas eléctricos del país debe provenir de este tipo de fuentes. Esta ley establece una cuota de 6% en el año 2014, la cual aumentará paulatinamente

para llegar a su meta en 2025.

El desarrollo de tecnologías de generación basada en ERNC permite desarrollar la protección del medio ambiente y aumentar la seguridad del suministro mediante la diversificación de fuentes, disminuyendo así la dependencia externa y vulnerabilidad de la matriz energética nacional.

Para poder desarrollar este tipo de tecnologías y así cumplir con las metas impuestas por el Gobierno es indispensable vencer las barreras tecnológicas, económicas y financieras que enfrentan los proyectos de generación ERNC. Durante los últimos años se ha registrado un importante incremento de la cartera de este tipo de proyectos, sin embargo la dificultad para el desarrollo de estos no es menor, incluso para empresas con experiencia internacional en este tipo de iniciativas. Lo anterior se debe principalmente a las particularidades que presenta el mercado eléctrico chileno y a la gestión de trámites asociados a proyectos de generación energética.

Actualmente la participación de las ERNC en la matriz energética nacional es baja respecto a las convencionales. Pero los proyectos que actualmente hay en cartera podrían quintuplicar la potencia instalada en el mediano plazo. La presente publicación cuenta con un análisis del potencial existente a lo largo del país de las diferentes fuentes de ERNC, sus proyecciones de expansión futura y los esfuerzos que actualmente realiza el Gobierno de Chile con el fin de impulsar el uso de este tipo de tecnologías para inyectar energía eléctrica al sistema. Presenta además una revisión del estado actual del sistema eléctrico nacional, la evolución de la capacidad instalada en los cuatro sistemas del país y cómo la incorporación de las tecnologías de generación ERNC está diversificando la matriz energética. Junto al diagnóstico del sistema y al análisis sobre las proyecciones de expansión futura, se incluye información detallada sobre los princi-

pales proyectos en desarrollo que actualmente se encuentran en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) para la generación de energía eléctrica en base a este tipo de tecnologías, ya sea que se encuentren en proceso de evaluación, aprobados o en construcción.

La primera edición del Catastro de Proyectos y Centrales ERNC representa un esfuerzo editorial que, esperamos, sea recibido como un nuevo aporte informativo al sector por parte del Grupo Editorial Editec. Esta publicación representa una labor sostenida por el Área de Estudios de Editec, que requiere la colaboración de las empresas del sector. A todos ellos agradecemos la disponibilidad de infor-

mación y reconocemos el apoyo prestado. Invitamos, asimismo, a todos nuestros lectores a hacernos llegar sus comentarios, sugerencias y aportes, con el fin de perfeccionar la obra en sus futuras ediciones.

Con la concreción de este material el Grupo Editorial Editec completa un grupo de publicaciones especializadas en el sector energético, que incluye a la Revista Electricidad, el newsletter Electricidad al día, el portal www.revistaelectricidad.cl, el Compendio Energético de Chile, el Catastro de Centrales y Proyectos Energéticos y las conferencias especializadas ElecGas (Santiago), Foro Eléctrico del Sur, ForoSIC (Concepción), y Foro Eléctrico del SING (Antofagasta).

1.2 Descripción General de las Tecnologías de Generación ERNC

La Agencia Internacional de Energía (IEA, por su sigla en inglés) define como energía renovable a la energía que es derivada de procesos naturales que son repuestos a una tasa más rápida de la que son consumidos. Este tipo de energías suelen clasificarse en convencionales o no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento y la penetración en los mercados energéticos que presenten.

Actualmente en Chile son consideradas como ERNC las tecnologías de generación que utilizan fuentes de energía tales como la hidráulica de pasada, térmica a base de biomasa y/o biogás (bioenergía), eólica, solar, geotérmica y marina; estas dos últimas aún no se han desarrollado en nuestro país, a pesar de que existe un gran potencial disponible.

1.2.1 Energía Hidroeléctrica

La hidroelectricidad corresponde a la energía obtenida a partir de flujos superficiales de agua. El aprovechamiento de este tipo de energía se realiza mediante la utilización de centrales hidroeléctricas, las cuales canalizan el agua para operar turbinas, que a su vez alimentan a equipos generadores que producen electricidad (CER, 2012). De acuerdo con lo definido en la Ley 20.257, una central hidroeléctrica es considerada renovable no convencional en el caso de que su potencia sea menor o igual a 20 MW y que esté conectada a la red eléctrica, denominándose la central como pequeña hidráulica o mini-hidro.

La energía hidráulica en Chile cuenta con un enorme potencial de generación, debido a los importantes desniveles que presentan los cursos de agua en su tránsito de cordillera a mar.

El principal requerimiento para implementar esta tecnología es el acceso a caídas de agua o cauces con posibilidad de embalsamiento, donde la generación

de energía va a depender del comportamiento hidrológico de dichos cursos de agua, lo que además condicionará el tipo de turbina que se utilizará en la central (Tabla 1.1). Estos sistemas pueden obtener factores de planta entre 34% y 56%, con un máximo de disponibilidad de la planta de 98% y eficiencia en la conversión de energía de hasta un 92% (para potencias superiores a 1 MW) (IEA/ ETSAP, 2010).

Tabla 1.1: Tipos de turbinas

Tipo de Turbina	Rango de salto (m)
Kaplan	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1300$
Michell-Banki	$3 < H < 200$
Turgo	$50 < H < 250$

Fuente: Informe Final Estudio de Tecnologías de Generación ERNC (Ahlers & Arellano, 2010)

La zona centro-sur del país presenta las mejores condiciones para el desarrollo de este tipo de centrales, estimándose un potencial teórico de generación del orden de 3.600 MW de potencia, considerando solo cursos de agua comprendidos entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos, entre las cotas 1.000 y 1.500 msnm. Por otra parte, se estima un potencial teórico bruto entre los 7.000 - 17.000 MW si se consideran las cuencas entre las regiones Metropolitana y Los Lagos. Dicha estimación no considera la disponibilidad jurídica del recurso hídrico, en relación con los derechos de aprovechamiento de aguas, ya otorgados en ellas (CADE, Ministerio de Energía, 2011). Otro estudio realizado por el Ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Energía (CNE) identificó a nivel país un potencial teórico bruto de 1.314 MW para desarrollar pequeñas centrales hidroeléctricas asociadas a obras de riego.

Sumado a lo anteriormente señalado, el Centro de Energías Renovables (CER) estima que en total Chile tiene un potencial bruto para el desarrollo de

2014

CAPITULO 2 Proyectos ERNC en Desarrollo

Una publicación del Grupo Editorial Editec

CATASTRO DE **PROYECTOS Y CENTRALES DE ERNC**

www.revistaelectricidad.cl

 **Electricidad**
La revista energética de Chile

Proyectos ERNC en Desarrollo
(Foto: Geisers del Tatío, Región de
Antofagasta)

A diferencia de episodios anteriores, el marco regulatorio, macroeconómico y sectorial, y las atractivas condiciones de precio han generado gran interés por invertir en proyectos de generación y transmisión eléctrica. En total, solo en 2013 se aprobaron en el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) más de 70 proyectos de generación que completan aproximadamente 6.800 MW de potencia con una inversión declarada aproximada de MMUS\$ 14.490, de la cual un 60% está concentrada en el SING, un 31% en el SIC y un 5% en el Sistema de Magallanes.

Sin embargo, desde la promulgación de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300 de 1994), los proyectos eléctricos de generación mayores a 3 MW deben ingresar en forma obligatoria al SEA, además de someterse a las restricciones establecidas por los planes de descontaminación y prevención en zonas latentes y saturadas.

Lo anterior ha provocado que concretar estos proyectos sea cada vez más difícil y costoso debido a la creciente oposición ambiental y ciudadana que enfrentan, y a la judicialización de los procesos de aprobación. Según datos del Ministerio de Energía, una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) toma alrededor de 194 días, mientras que una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) supera los 390 días, sin considerar los permisos sectoriales relacionados con las concesiones marítimas (proyectos termoeléctricos), derechos de agua (obras hidroeléctricas) y compras o arriendos de bienes fiscales, que aumentan considerablemente la estimación inicial. Tanto en el caso de la generación como en la transmisión se han producido atrasos en la entrada en operación de proyectos importantes por mayores plazos en la evaluación ambiental. Esta paralización de las inversiones ha incidido en un notable aumento en los precios de la electricidad que pagan tanto los clientes industriales como los residenciales (Bernstein et al., 2013).

En el SING existe una gran cantidad de proyectos a carbón (lo que no quiere decir que no tengan o vayan a tener problemas con las comunidades) y a gas natural aprobados ambientalmente, una elevada ca-

pacidad instalada existente en ciclos combinados y, adicionalmente, un buen potencial de energía solar y eólica, y más a largo plazo de energía geotérmica (Jiménez, 2014). Cabe destacar que el desarrollo del SING es fundamentalmente termoeléctrico, a base de carbón y GNL.

Las dificultades para sacar adelante proyectos energéticos se concentran en el SIC, que con las centrales actualmente en servicio y en etapa de construcción solo tiene asegurado el suministro energético económico hasta el año 2016 (Jiménez, 2014). De acuerdo con el primer informe realizado por Bernstein et al. (2013) para la Confederación de la Producción y el Comercio (CPC), los costos marginales de electricidad subirían un 44% para el 2018. Según la nueva Agenda de Energía, se espera reducir los costos marginales de electricidad durante este periodo de gobierno (2014-2017) en un 30% en el SIC, de manera que el costo marginal promedio del año 2013 de US\$151,36 MWh sea inferior a US\$105,96 MWh en el año 2017.

Con base en distintos escenarios, se requiere alcanzar un acuerdo político y social para impulsar una agenda destinada a reactivar las inversiones y concretar en breve plazo los proyectos de centrales generadoras, que permitan satisfacer la demanda energética del país y, por otra parte, responda a los requerimientos que la sociedad impone en términos de diversificación y sustentabilidad.

Es así como en los últimos años ha habido un importante cambio en la configuración de los proyectos de generación eléctrica, perdiendo fuerza la hidroelectricidad y el carbón con respecto a las ERNC. En 2008 los proyectos de centrales termoeléctricas convencionales eran los más relevantes, al concentrar casi el 81% del total de proyectos aprobados en el SEA, que sumado a los proyectos hidroeléctricos convencionales acaparaban más del 90% de los proyectos aprobados en el SEA ese año. Sin embargo, en 2013 el peso de las fuentes energéticas convencionales se redujo a un 31,6%, siendo reemplazados por proyectos del tipo ERNC, los cuales representaron un 68,4% (Figuras 2.1 y 2.2). De hecho, durante 2013 fueron aproba-

2.1 Proyectos de Generación a Base de Energía Mini-Hidráulica

Las centrales hidroeléctricas son una fuente de generación importante para la seguridad energética del país. Al ser Chile un país con una condición hídrica favorable, las grandes centrales hidroeléctricas de embalse han dominado históricamente el sector eléctrico en el país; sin embargo, el fuerte impacto que conlleva su construcción (ecológicos, étnicos, inundación de tierras, reasentamientos humanos) hace que sea cada vez más difícil desarrollar este tipo de proyectos. En cambio, las pequeñas centrales hidroeléctricas de pasada se presentan como una alternativa amigable con el medio ambiente, que requieren de una inversión más baja y menor tiempo para entrar en funcionamiento.

Las centrales de base pueden ser complementadas con centrales que proveen energía a bajo costo, pero en forma variable, dentro de las cuales se incluyen las centrales mini-hidro, cuyo potencial disponible, como se mencionó en el capítulo anterior, es de 12.472 MW, lo que la convierte en una de las más abundantes fuentes de generación dentro de las alternativas no convencionales.

Actualmente existe un alto número de proyectos aprobados que tienen como objetivo explotar el potencial mini-hidro disponible en el país, principalmente entre las Regiones de O'Higgins y Los Lagos. Las principales barreras que encuentran este tipo de proyectos están asociadas con la disponibilidad, tramitación y perfeccionamiento de los derechos de agua y la ausencia de criterios unificados de evaluación de impacto ambiental para estas centrales. Por otra parte, el alto costo de las líneas de transmisión puede convertir a una central mini hidráulica conectada a la red eléctrica, en un proyecto inviable (CER, 2013).

Para el caso de las centrales mini-hidro asociadas a riego, estas pasadas cuentan con la ventaja de estar asociadas a canales ya implementados y en donde el recurso ya es conocido, lo que implica finalmente menores costos en estudios e infraestructura. Existe también la posibilidad de que estas tecnologías se encuentren asociadas a embalses de riego, pero estas representan un 1% de los casos a nivel nacional (APEMEC, 2009).

Proyecto

Central Hidroeléctrica Chupallar (obras de generación y transmisión)

Fecha de presentación: 07/10/2013

Etapa actual: EIA en calificación

Ubicación: En el área cordillerana de las comunas de Linares y Colbún, específicamente en la cuenca del río Ancoa, 30 km al oriente de la ciudad de Linares, provincia de Linares, Región del Maule.

Domicilio: Av. Nueva Tajamar #183, P. 3, Of. 301, Las Condes, Santiago.

Teléfono: (56-2) 2331-2200

EJECUTIVOS A CARGO

Representante Legal: Julio Espinoza Lolas

E-mail: energia@besalco.cl

Propiedad: Empresa Eléctrica Chupallar SpA

Tipo de central: Mini-Hidro

Sistema Interconectado: SIC

Objetivo: Generar energía eléctrica, mediante la construcción de una central hidroeléctrica de pasada de 19 MW de potencia e inyectar 110 GWh/año de energía eléctrica al SIC para lo cual se construirá además, una subestación eléctrica y una línea de transmisión eléctrica de 110 kV.

Capacidad (estimada): 19 MW

Generación anual (estimada): 110 GWh

Inversión (MMUS\$): 49,5

Vida útil (años): 60

Descripción del Proyecto:

El proyecto “Central Hidroeléctrica Chupallar, Obras de Generación y Transmisión” contempla la construcción de una central hidroeléctrica de pasada de 19 MW y sus obras de transmisión. Este proyecto generará aproximadamente 110 GWh/año, que serán despachados al SIC. La central tendrá un caudal de diseño de 17 m³/s, parte del cual corresponde a las aguas de la Asociación Canal del Melado y a derechos de agua del río Ancoa.

Las obras de generación del proyecto corresponden a una bocatoma ubicada en el río Ancoa, a unos 600 m aguas abajo del embalse homónimo, aducción, cámara de carga, obra de seguridad, tubería en presión, casa de máquinas y obra de restitución.

Mientras que las obras de transmisión corresponden a una subestación elevadora (S/E Chupallar) ubicada contigua a la casa de máquinas de la central, y una línea de transmisión eléctrica (110 kV) de 14,3 km de longitud, de los cuales 2,4 km se desarrollan en portales de hormigón y 11,9 km en torres reticuladas. La superficie total de las obras se estima en 37,5 ha.

Mano de Obra		
Fase	Promedio	Máxima
Construcción	266	400
Operación	10	10
TOTAL	276	410

Cronograma del Proyecto:

Etapa	Meses																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Actividades Generales																							
Instalación de faenas y campamento																							
Construcción de caminos																							
Puesta en servicio																							
Desmovilización de faenas y campamento																							
Obras de Generación																							
Túnel 1																							
Túnel 2																							
Bocatoma																							
Canal de aducción																							
Canoas quebradas relbún y las garzas																							
Obra de seguridad y canal de restitución																							
Cámara de carga																							
Tubería en presión																							
Casa de máquinas																							
Montaje equipos electromecánicos																							
Obras de Transmisión																							
Línea de transmisión																							
Subestación eléctrica																							

Datos Técnicos				
Tipo de turbinas (2)	Tipo de generador	Caudal ecológico (m ³ /s)	Caudal de diseño (m ³ /s)	Longitud línea de transmisión (km)
Francis de eje horizontal	Sincrónico	1,3 - 1,8	2,26	14,3 (110 kV)

Ficha Técnica:

Etapas Principales	Equipos y Maquinarias
<p>Obras de Generación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bocatoma • Aducción • Cámara de carga • Obra de seguridad • Tubería en presión • Casa de máquinas • Canal de restitución 	<ul style="list-style-type: none"> • Camiones Tolva 14 m³ • Excavadoras y Retroexcavadoras • Camión Aljibe • Motoniveladora • Rodillo Compactador • Bulldozer • Cargadores Frontales • Grúa • Camiones mixer y minimixer • Bombas de Hormigón • Perforadoras • Rodillos y Placas Compactadoras • Generadores • Torres de Iluminación • Jumbo • Scoop • Equipos de Levante (Manitou) • Ventiladores • Bombas Sumergibles
<p>Obras de Transmisión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subestación Eléctrica Chupallar • Línea de Transmisión Eléctrica 	

Proyecto

Proyecto Fotovoltaico Sol de Lila

Fecha de presentación: 27/12/2012

Etapas actual: DIA aprobado

Ubicación: Aproximadamente 255 km al este de la ciudad de Antofagasta, comuna y Región de Antofagasta.

Domicilio: Av. Presidente Riesco #5335, Piso 15, Las Condes, Santiago.

Teléfono: (56-2) 2378-8169

EJECUTIVOS A CARGO

Representante Legal: Andrés Orellana Núñez

E-mail: aorellana@rucatayo.cl

Propiedad: Enel Latin América (Chile) Ltda.

Tipo de central: Solat fotovoltaica

Sistema Interconectado: SING

Objetivo: Producir y transmitir de manera sustentable energía eléctrica, mediante una fuente de ERNC como lo es la energía solar

Capacidad (estimada): 122 MW

Generación anual (estimada): 319 GWh

Inversión (MMUS\$): 285

Vida útil (años): 25

Descripción del Proyecto:

El proyecto consiste en la construcción, instalación y operación de una planta fotovoltaica de 122 MW DC de potencia instalada y una generación anual de 299 GWh, en la Comuna de Antofagasta, Provincia y Región de Antofagasta. La Planta se emplazará en un polígono de 357,7 ha, y estará formada por 408.114 paneles solares con seguimiento en un eje, distribuidos de 9.717 secciones de 42 paneles cada una. Los paneles estarán conectados de forma soterrada a una Subestación Elevadora, desde donde se elevará la tensión (de media tensión 20 kV a alta tensión 220 kV). La energía será transportada en 220 kV a través de una línea de

transmisión de aproximadamente 1,3 km de largo, soportada en seis torres, hasta la Subestación Andes, desde donde se inyectará energía al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING).

La operación del Proyecto Fotovoltaico Sol de Lila contribuirá a reducir emisiones de gases contaminantes y causantes del efecto invernadero tales como CO₂, NO_x, SO_x así como también de material particulado, reduciendo con esto los índices de huella de carbono. En cifras, se estima una disminución aproximada en la emisión de CO₂ de 122.549 toneladas por año.

Mano de Obra	
Etapas	Nº de trabajadores
Construcción	300 (máximo)
Operación	18 (máximo)
TOTAL	318

Datos Técnicos			
Nº de paneles	Potencia de paneles (Wp)	Dimensiones de paneles (mm)	Distribución de paneles
408.114	300	1.965 x 992 x 46	9.717 secciones de 42 paneles c/u

Cronograma del Proyecto:

Etapa	Meses																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Movimiento de Tierras																				
Obras civiles																				
Montaje																				
Prueba y puesta en marcha																				

Ficha Técnica:

Etapas Principales	Equipos y Maquinarias
Obras temporales	<ul style="list-style-type: none"> • Bulldozer (4) • Pala mecánica (6) • Retroexcavadora (6) • Camiones (5) • Zanjadora (3) • Atornilladora de fundaciones (4) • Motoniveladoras (4) • Vehículos menores de apoyo (10)
<ul style="list-style-type: none"> • Campamento • Oficinas • Instalaciones de apoyo 	
Obras permanentes	
<ul style="list-style-type: none"> • Paneles fotovoltaicos • Subestación elevadora • Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) • Caminos internos Planta Fotovoltaica • Cercas perimetrales y sistema de vigilancia • Área de servicios 	

2014

CAPITULO 3 Centrales ERNC del Sistema Eléctrico

Una publicación del Grupo Editorial Editec

CATASTRO DE **PROYECTOS Y CENTRALES DE ERNC**

www.revistaelectricidad.cl

Centrales ERNC del Sistema Eléctrico
(Foto: Planta de Biomasa Viñales, Región
del Maule)

Como se señaló en la sección anterior, la capacidad instalada a nivel nacional alcanzó 17,629,2 MW en 2013 según las estadísticas de la CNE. De esta solo un 6,31% (1.112,4 MW) pertenece a fuentes de energía del tipo ERNC (40% más de lo instalado en 2012), las cuales en conjunto generaron un total de 3.986 GWh durante 2013, lo que corresponde al 5,85% del total de la generación anual del país, con

un incremento del 26% con respecto al año 2012.

Durante 2013 comenzaron su operación comercial 29 centrales eléctricas a lo largo del país, de las cuales 25 son consideradas centrales ERNC (23 en el SIC). Las principales características de las nuevas centrales ERNC operativas en el país se muestran en las Tabla 3.1:

Tabla 3.1: Principales características de las centrales ERNC que comenzaron su operación en 2013

Propietario	Central	Región	Sistema	Tipo	N° de unidades	Capacidad (MW)
E-CL S.A.	Solar El Águila I	XV	SING	Solar	S/A	2,2
Agrícola Ancalí Ltda.	Ancalí	VIII	SIC	Biogás	1	1,6
Arauco Bioenergía S.A.	Viñales	VII	SIC	Biomasa	1	22
Agrícola Alejandro Ponce EIRL	Los Corrales II	XIV	SIC	Mini-Hidro	1	1
CMPC Celulosa S.A.	Laja CMPC	VIII	SIC	Biomasa	1	25
Empresa Consorcio Santa Marta S.A.	Santa Marta	RM	SIC	Biomasa	8	14
Eléctrica Puntilla S.A.	El Llano	RM	SIC	Mini-Hidro	1	1,9
	Las Vertientes	RM	SIC	Mini-Hidro	1	1,7
Enel Green Power Chile	Talinay	IV	SIC	Eólica	45	90
Hidroeléctrica Ensenada S.A.	Ensenada	X	SIC	Mini-Hidro	3	1,2
Energías Ucuquer S.A.	Ucuquer	VI	SIC	Eólica	4	7,2
Suez Energy Andino S.A.	Laja 1	VIII	SIC	Mini-Hidro	1	36,8
Genera Austral	Santa Irene	VI	SIC	Biogás	1	0,4
Generadora Eléctrica Roblería Ltda.	Roblería	VII	SIC	Mini-Hidro	1	4
Generhom Ltda.	Don Walterio	XIV	SIC	Mini-Hidro	1	3
Hidrobonito S.A.	MC1	X	SIC	Mini-Hidro	2	9
	MC2	X	SIC	Mini-Hidro	1	3,2
E.E. Aguas del Melado S.A.	Los Hierros	VII	SIC	Mini-Hidro	1	25,1
Mainco S.A.	Renaico	VIII	SIC	Mini-Hidro	1	6,3
Mainstream Renewable Power	Negrete	VIII	SIC	Mini-Hidro	23	36
Hidroeléctrica Providencia S.A.	Providencia	VII	SIC	Mini-Hidro	2	14,2
Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	Río Huasco	III	SIC	Mini-Hidro	2	5,1
Solairdirect Generación Andacollo SpA	SDGx01	IV	SIC	Solar	S/A	1,3
Roberto Tamm y Cía Ltda.	Tamm	VI	SIC	Biogás	1	0,2
Edelaysen S.A.	Minreal	XI	Aysén	Mini-Hidro	1	3

Fuente: Base de datos de la CNE (www.cne.cl)

A continuación se detallan los distintos tipos de centrales ERNC que conforman el sistema eléctrico nacional, junto a una descripción con las caracter-

ísticas técnicas y comerciales más relevantes de los principales centros de generación proporcionadas por las empresas propietarias y la CNE.

(continuación)

Propietario	Central	Región	N° de unidades	Potencia bruta (MW)	Potencia neta (MW)	Tipo de turbina	Gasto (m³/s)	Altura (m)
Hidroeléctrica Río Huasco S.A.	Río Huasco	III	2	5,1	5,1	Francis	3,03	96,4
Generadora Eléctrica Sauce Los Andes S.A.	Sauce Andes	V	4	1,4	1,4	Francis	20	7
Sociedad Canalistas del Maipo	El Rincón	RM	1	0,3	0,3	Flujo Cruzado	0,5	71
	Eyzaguirre	RM	1	1,9	1,9	Ossberger Flujo Cruzado	10	22
Hidroeléctrica Trueno S.A.	Trueno	IX	2	5,6	5,6	Francis	2,97	107

Fuente: Base de datos de la CNE (www.cne.cl)

Tabla 3.4: Principales características de las centrales mini-hidro del Sistema de Aysén operativas durante 2013

Propietario	Central	Región	N° de unidades	Potencia bruta (MW)	Potencia neta (MW)	Tipo de turbina	Gasto (m³/s)	Altura (m)
E.E. Cuchildeo S.A.	Cuchildeo	X	1	0,77	0,77	Kaplán Tipo S	11	8,2
Edelaysen S.A.	Río Azul	X	4	1,4	1,4	Turgo	1,4	146,53
	Hidroeléctrica El Traro	XI	2	0,64	0,64	Kaplán	7,98	10,7
	Hidroeléctrica Aysén	XI	3	6,6	6,6	Francis	7,4	103
	Lago Atravesado	XI	2	11	11	Francis	19,7	63,5
	Monreal	XI	1	3	3	Francis	1,48	247

Fuente: Base de datos de la CNE (www.cne.cl)

Fichas Centrales

Mini-hidráulicas

ALLIPÉN

Operador: Hidroeléctrica Allipén S.A.
Sistema Interconectado: SIC
Tipo: Mini-hidráulica (PMGD)
Número de unidades: 2
Capacidad: 2,67 MW
Generación (2013): 15,81 GWh
Turbina: Ossberger Flujo Cruzado
Gasto central: 15,5 m³/s
Altura de caída: 20,4 m
Punto de conexión: S/E Licanco
Ubicación: En el Sector Los Laureles, en la comuna de Cunco, Región de La Araucanía.
Dirección: Félix de Amesti #90, Of. 201, Las Condes, Santiago
Teléfono: (56-2) 2916-8200
E-mail: frenz@gpe.cl

Personal Ejecutivo:

- **Representante legal:** Fernando Renz

Descripción:

La central hidroeléctrica de paso Allipén cuenta con una capacidad instalada de 2,7 MW (PMGD), utilizando las aguas del río Allipén y que son conducidas por el canal Allipén. La energía generada por la mini central hidroeléctrica, es entregada a los distribuidores locales a través de una línea de transmisión de 23 kV. Durante 2013 generó 15,814 GWh.

CALLAO

Operador: Sociedad Hidrocallao S.A.
Sistema Interconectado: SIC
Tipo: Mini-hidráulica (PMG)
Número de unidades: 2
Capacidad: 3,3 MW
Generación (2013): 11,97 GWh
Turbina: Pelton
Gasto central: 2,5 m³/s
Altura de caída: 134 m

Punto de conexión: S/E Río Bonito

Ubicación: En la ribera sur del Lago Rupanco, en la comuna de Puerto Octay, provincia de Osorno, X Región de Los Lagos.

Dirección: Av. Andrés Bello #2711, Of.2402, P. 24, Las Condes, Santiago.

Teléfonos: (56-2) 2374-1784

Personal Ejecutivo:

- **Representante Legal:** Paolo Scotta

Descripción:

La mini central hidroeléctrica de pasada Callao, ubicada en el río del mismo nombre cuenta con 3,2 MW de potencia instalada, entregando energía limpia y renovable al SIC, aportando dicha energía tanto a empresas como consumidores finales. Esta central se encuentra equipada con dos turbinas Pelton acopladas cada una directamente con un generador sincrónico, bajo un caudal de diseño de 1,8 m³/s. Durante 2013 generó 11,97 GWh.

CAPULLO

Operador: Empresa Eléctrica Capullo S.A.

Sistema Interconectado: SIC

Tipo: Mini-hidráulica

Número de unidades: 1

Capacidad: 12 MW

Generación (2013): 66,36 GWh

Turbina: Francis de eje vertical

Gasto central: 8 m³/s

Altura de caída: 149,5 m

Punto de conexión: S/E Licán

Ubicación: Rupanco, Región de Los Lagos

Dirección: Justo Geisse #851 Interior, Osorno

Teléfono: (56-64) 255 132

E-mail: central@capullo.cl

Descripción:

Capullo es una central hidroeléctrica de pasada que aprovecha el caudal del río Pulelfú. Entró en servicio en el año 1995, siendo una de las más modernas del país. Actualmente cuenta con una po-

tencia máxima de 12 MW generada por un grupo compuesto de un generador síncrono y una turbina Francis. En 2013 generó 66,355 GWh.

CARENA

Operador: Empresa Eléctrica Industrial S.A.

Sistema Interconectado: SIC

Tipo: Mini-hidráulica (PMGD)

Número de unidades: 4

Capacidad: 10 MW

Generación (2013): 77,21 GWh

Turbina: Francis

Gasto central: 9,6 m³/s

Altura de caída: 127 m

Punto de conexión: S/E Carena

Ubicación: Curacaví, Región Metropolitana

Dirección: Av. Apoquindo #4775, P.11, Las Condes, Santiago

Teléfono: (56-2) 2460-4000

E-mail: contacto@colbun.cl

Personal Ejecutivo:

- **Gerente General Colbún:** Ignacio Cruz Z.

Empresas Relacionadas:

- Colbún S.A.

Descripción:

Carena es una central hidroeléctrica de pasada que entró en servicio el año 1943 y en 1999 fue adquirida por Colbún S.A. a través de su filial Empresa Eléctrica Industrial S.A. Actualmente cuenta con una potencia máxima de 10 MW generando 77,21 GWh en 2013.

CAVANCHA

Operador: Empresa Eléctrica Cavanca S.A.

Sistema Interconectado: SING

Tipo: Mini-hidráulica (PMGD)

Número de unidades: 1

Capacidad: 2,8 MW

Generación (2013): 17,07 GWh

Turbina: Pelton

Gasto central: 0,9 m³/s

Altura de caída: 406 m

Punto de conexión: Central Cavanca 13.8 kV

Ubicación: Iquique, Región de Tarapacá

Dirección: Tadeo Haenke #2640 Iquique

Teléfonos: (56-57) 257-3174

Personal Ejecutivo:

- **Gerente General:** Raúl Álamos Letelier

Descripción:

La central mini hidráulica Cavanca entró en servicio el año 1995 y se construyó para generar electricidad aprovechando la caída de agua potable que se genera en la ciudad de Iquique, la cual es inyectada al SING. Durante 2013 la central generó 17,07 GWh.

CHAPIQUIÑA

Operador: E-Cl S.A.

Sistema Interconectado: SING

Tipo: Mini-hidráulica

Número de unidades: 2

Capacidad: 10,2 MW

Generación (2013): 43,99 GWh

Punto de conexión: Arica 66 kV

Ubicación: 120 kilómetros al oriente de Arica, sobre los 3.300 msnm, en la comuna de Putre, provincia de Parinacota, Región de Arica y Parinacota.

Dirección: Av. El Bosque Norte #500, Of. 902, Las Condes, Santiago

Teléfonos: (56-58) 222-6286 / (56-2) 2353-3200

E-mail: comunicaciones@e-cl.cl

Personal Ejecutivo:

- **Gerente General E-CL:** Lodewijk J. Verdeyen

Descripción:

Inaugurada en 1967, la central hidroeléctrica de Chapiquiña es una planta hidráulica conectada al SING. Sus instalaciones aprovechan de pasada las aguas del canal Lauca, captadas por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) en la laguna de Cotocotani, mediante un canal de aducción de 28 km, la que posteriormente llega a Chapiquiña y tras una caída de mil metros de altura, permite el proceso de generación eléctrica de 10,2 MW como potencia instalada, la cual generó 43,99 GWh en 2013. Cabe mencionar que además sus tuberías permiten regar las aguas de riego al valle de Azapa, porque evita que estas se filtren en las quebradas.